



## REVISÃO E SÍNTESE

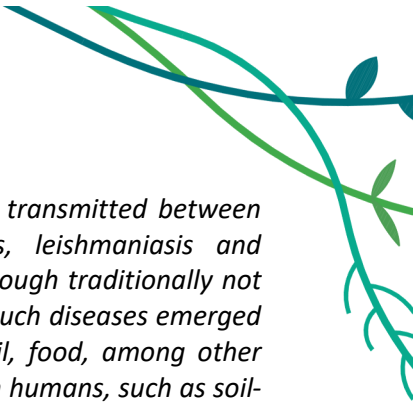
# Saúde Única (*One Health*): uma abordagem para entender, prevenir e controlar as doenças infecciosas e parasitárias

Joel Henrique Ellwanger<sup>1</sup> & José Artur Bogo Chies<sup>1</sup>

**Resumo:** Muitos patógenos, incluindo vírus, bactérias, fungos e parasitas, podem ser transmitidos entre animais e humanos, causando doenças chamadas de zoonoses. Raiva, leptospirose, leishmaniose e toxoplasmose são exemplos de zoonoses clássicas. Algumas outras doenças infecciosas, apesar de tradicionalmente não serem reconhecidas como zoonoses, como a AIDS e a COVID-19, apresentam origem zoonótica. De fato, estas doenças surgiram em populações animais e atualmente afetam basicamente humanos. O meio ambiente (solo, alimentos, entre outros componentes ambientais) também pode abrigar patógenos com capacidade de causar doenças em humanos, como os geo-helminthos e o vírus da hepatite E. Alterações ambientais derivadas da atividade humana (por exemplo: desmatamento, mudanças climáticas, poluição, urbanização desordenada) modificam a distribuição, diversidade e abundância de mosquitos e outros animais vetores de diferentes patógenos, conseqüentemente afetando o risco de doenças como dengue, zika, doença de Chagas, entre muitas outras. Os exemplos citados anteriormente demonstram que as condições de “saúde” do meio ambiente, das populações humanas e dos animais estão fortemente conectadas. O conceito de Saúde Única (*One Health*) unifica as conexões entre a tríade “humanos, animais e ambiente”. Este artigo descreve aspectos básicos do conceito de Saúde Única e traz uma série de exemplos de doenças provocadas por desequilíbrios entre a saúde humana, animal e ambiental. O artigo também discute como a Saúde Única pode ser usada para entender, prevenir e controlar o complexo conjunto de doenças infecciosas e parasitárias (patocenose) observado atualmente nas populações humanas.

**Palavras-chave:** doença, ecologia, meio ambiente, parasitas, patógenos, zoonoses.

1 - Laboratório de Imunobiologia e Imunogenética, Departamento de Genética, Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (joel.ellwanger@gmail.com, jabchies@terra.com.br).

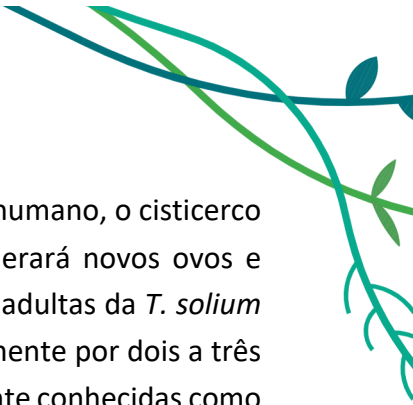


**Abstract:** Many pathogens, including viruses, bacteria, fungi and parasites, can be transmitted between animals and humans, causing diseases called zoonoses. Rabies, leptospirosis, leishmaniasis and toxoplasmosis are examples of classic zoonoses. Some other infectious diseases, although traditionally not recognized as zoonoses, such as AIDS and COVID-19, have a zoonotic origin. Indeed, such diseases emerged in animal populations but currently primarily affect humans. The environment (soil, food, among other environmental components) can also harbor pathogens capable of causing diseases in humans, such as soil-transmitted helminths and the hepatitis E virus. Environmental changes derived from human activities (for example, deforestation, climate change, pollution, unplanned urbanization) modify the distribution, diversity and abundance of mosquitoes and other animals which act as vectors of various pathogens, consequently affecting the risk of diseases such as dengue, zika, and Chagas disease. The examples cited above demonstrate that the “health” conditions of the environment, human populations and animals are strongly connected. The One Health concept unifies the connections between the triad “humans, animals and environment”. This article describes basic aspects of the One Health concept and shows a variety of examples of diseases caused by imbalances between human, animal and environmental health. This article also discusses how One Health can be used to understand, prevent and control the complex set of infectious and parasitic diseases (pathocenosis) currently observed in human populations.

**Keywords:** disease, ecology, environment, parasites, pathogens, zoonosis.

## Introdução - Como a saúde humana está conectada com a saúde animal e ambiental?

Múltiplos aspectos da saúde humana são determinados ou influenciados pelo estado (ou “saúde”) do ambiente, assim como pela saúde dos animais domésticos, selvagens e daqueles criados para alimentação humana. O parasita intestinal *Taenia solium* ajuda a exemplificar as conexões entre a saúde humana, animal e ambiental. A **Figura 1** representa de forma esquemática o ciclo de vida da *T. solium* como agente causador da teníase, evidenciando os componentes “animal”, “ambiental” e “humano” que fazem parte do ciclo. Os humanos são os hospedeiros definitivos da *T. solium*, e neles a infecção persistente pode causar a doença conhecida como teníase. Essa condição pode provocar problemas gastrointestinais, incluindo obstrução intestinal, dor abdominal, constipação, diarreia e absorção inadequada de nutrientes. Porém, ressalta-se que grande parte dos casos de teníase são assintomáticos. Humanos infectados por *T. solium* liberam ovos e proglotes gravídicas (contendo ovos) no ambiente através das fezes, contaminando água, solo e vegetação. A contaminação ambiental pode durar longos períodos (até meses), visto que os ovos de *T. solium* são bastante resistentes. As condições do solo (temperatura, umidade, entre outras) influenciam a sobrevivência dos ovos<sup>1-4</sup>. Suínos podem ingerir acidentalmente tanto os ovos como as proglotes gravídicas presentes no ambiente durante o consumo de alimentos ou vegetação contaminada. No intestino delgado desses animais, estruturas parasitárias chamadas oncosferas eclodem dos ovos, penetram a parede intestinal e atingem o tecido muscular estriado, onde formam cisticercos (cistos larvais). Essas estruturas parasitárias podem permanecer neste tecido por longos períodos. Caso um humano consuma carne suína crua ou mal-passada proveniente de um animal



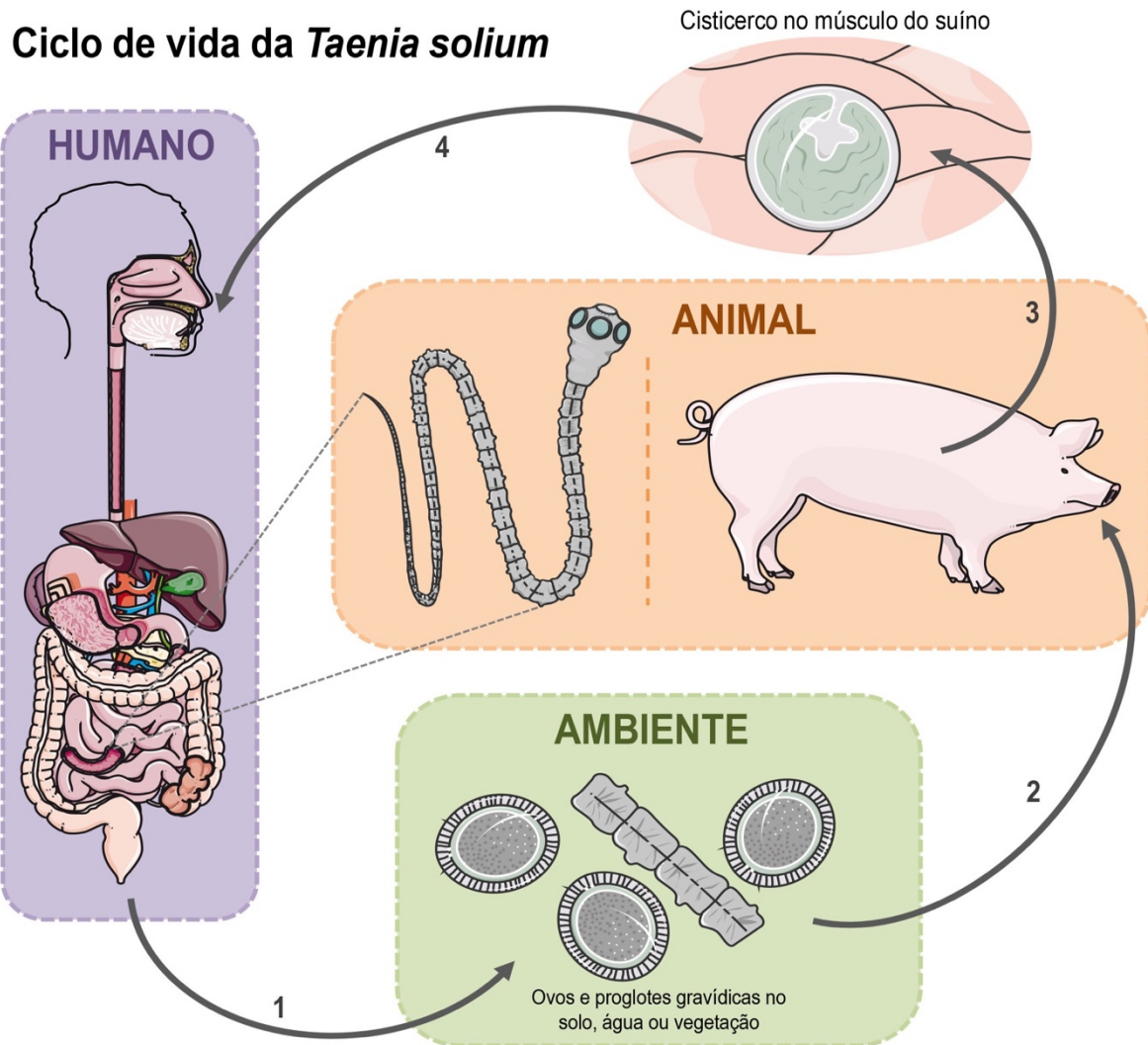
infectado, poderá ingerir cisticercos presentes na carne. No intestino delgado humano, o cisticerco pode se desenvolver na forma adulta de *T. solium*, hermafrodita, a qual liberará novos ovos e proglotes junto às fezes humanas, completando o ciclo do parasita. As formas adultas da *T. solium* se fixam ao intestino através do escólex e residem no intestino humano geralmente por dois a três anos, em caso de ausência de tratamento. Estas formas adultas são popularmente conhecidas como “solitárias”, pois usualmente apenas um parasita adulto é encontrado no intestino<sup>2,4</sup>.

Em alguns casos raros, cisticercos de *T. solium* podem se desenvolver em tecidos humanos, como músculos, tecido ocular e até mesmo no encéfalo, originando uma condição grave conhecida como cisticercose, a qual pode levar ao comprometimento muscular, ocular e nervoso, entre outros problemas. A neurocisticercose (cisticercose no tecido nervoso), por exemplo, pode causar severas crises de epilepsia. A cisticercose ocorre em humanos após a ingestão acidental de ovos de *T. solium* provenientes do ambiente ou alimentos contaminados, situação semelhante à descrita para os suínos<sup>1,4,5</sup>. Ressalta-se que a cisticercose humana possui um ciclo diferente da teníase e não está representada como figura neste artigo, mas pode ser encontrado de forma detalhada na página do CDC<sup>5</sup>.

Conforme sugerido através do ciclo de vida do parasita causador da teníase (**Figura 1**), a infecção de suínos por *T. solium* ocorre principalmente na falta de condições de higiene e saneamento adequado nos locais onde os animais são criados e alimentados, permitindo a contaminação do ambiente com ovos e proglotes do parasita provenientes de fezes humanas, e subsequente infecção dos suínos. Ou seja, a saúde humana afeta tanto a saúde ambiental como a saúde animal. Por sua vez, quando a saúde de suínos criados para consumo humano está comprometida pela infecção por *T. solium*, o risco de ocorrência de teníase humana através do consumo de carne suína crua ou mal-passada é aumentado<sup>6-9</sup>. Neste caso, o comprometimento da saúde dos suínos poderá reverberar de forma importante sobre a saúde humana. Falhas na inspeção sanitária durante o processo de produção de carne destinada ao consumo humano aumentam ainda mais o risco de infecção humana por *T. solium*<sup>4,8,9</sup>.

Problemas de saneamento ambiental, como a falta ou a deficiência de sistemas de coleta e tratamento de esgoto doméstico, favorecem a contaminação do solo, vegetação e alimentos com dejetos humanos e, conseqüentemente, com ovos de *T. solium* também no ambiente doméstico ou próximo a residências, não apenas em áreas de criação de animais para consumo humanos, conforme mencionado anteriormente. A contaminação em nível domiciliar ou comunitário facilita a ingestão acidental de ovos do parasita pelos humanos e a ocorrência de cisticercose<sup>4,6,7,10-12</sup>. Essas informações demonstram claramente como um problema ambiental, sanitário, pode ter um impacto direto sobre a saúde da população humana, algo frequente em países em desenvolvimento como o Brasil. Por outro lado, investimentos na infraestrutura de saneamento ambiental ajudaram a controlar os casos de cisticercose em países desenvolvidos<sup>1</sup>. Em resumo, o ciclo de vida da *T.*

*solium* serve como um bom modelo de estudo para evidenciar como aspectos de saúde dos humanos, animais e ambiente estão intimamente conectados.



**Figura 1.** Ciclo de vida do parasita intestinal *Taenia solium*, envolvendo os componentes “humano”, “animal” e “ambiental”. 1) Humanos parasitados liberam ovos ou proglotes gravídicas através das fezes, contaminando o ambiente. 2) Suínos infectam-se após ingerir ovos ou proglotes gravídicas presentes em alimentos, água ou solo contaminado. 3) Cisticercos formam-se no tecido muscular dos suínos. 4) Humanos infectam-se com o parasita após ingerirem carne suína crua ou mal-passada contaminada com cisticercos. O cisticerco origina o parasita adulto (hermafrodita) no intestino humano, o qual pode liberar ovos e proglotes gravídicas nas fezes, completando o ciclo. Mais detalhes sobre este ciclo e a doença associada a ele (teníase) estão descritos no corpo do artigo. Figura elaborada utilizando imagens da plataforma *Servier Medical Art* (<https://smart.servier.com/>).

## Outros exemplos de conexões entre a saúde humana, animal e ambiental

Problemas na “saúde ambiental” causam muitos outros efeitos indesejáveis além da contaminação do ambiente por ovos de parasitas. Inadequações na coleta de lixo doméstico, deficiências na infraestrutura de tratamento de esgoto e, muitas vezes, a falta completa de saneamento estão associadas com processos de urbanização não planejados ou inadequados, criando condições favoráveis para a proliferação de animais vetores de diferentes patógenos, exposição das populações humanas a diferentes tipos de poluentes, bem como disseminação de doenças transmitidas pela água. Deficiências na infraestrutura de abastecimento hídrico fazem com que parcelas da população precisem armazenar água para uso doméstico, e o armazenamento hídrico inadequado em áreas urbanas facilita a proliferação de insetos vetores de doenças, especialmente mosquitos<sup>13</sup>.

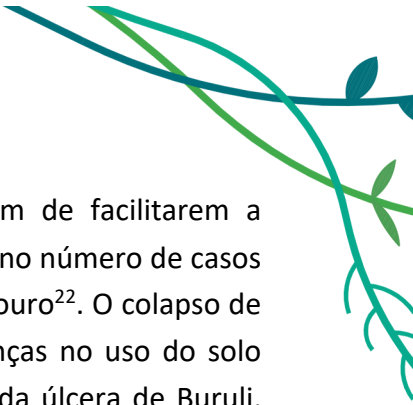
Muitos avanços foram feitos no Brasil em termos de melhorias no saneamento ambiental, com importante redução da mortalidade infantil associada a doenças de veiculação hídrica<sup>14</sup>. Porém, os problemas de saúde decorrentes das deficiências no saneamento e no sistema de abastecimento de água ainda são graves no Brasil. Esses problemas são classicamente representados pela disseminação de mosquitos do gênero *Aedes*, responsáveis pela transmissão de doenças virais nas populações urbanas, incluindo a dengue, zika e chikungunya<sup>13,15,16</sup>.

Problemas de urbanização e saneamento também favorecem a proliferação de animais hospedeiros da bactéria *Leptospira*, como os roedores e cães urbanos e, conseqüentemente, os casos humanos de leptospirose. No Brasil, são comuns os casos desta doença após enchentes, quando a população entra em contato com água contaminada com urina de animais reservatórios da bactéria. O aumento de eventos hidrológicos extremos devido às mudanças climáticas provavelmente levará a um maior número de casos de leptospirose. Frequentar locais infestados por roedores também constitui um importante fator de risco para a doença no Brasil<sup>17-19</sup>.

Os problemas sanitários em ambientes urbanos afetam também a saúde dos animais. Por exemplo, as populações de cães podem ser afetadas por diferentes doenças infecciosas e parasitárias, como leishmaniose, toxoplasmose e equinococose. A circulação de cães entre cidades, domicílios e bordas de mata contribui para a disseminação de patógenos entre esses diferentes ambientes, aumentando os riscos de doenças zoonóticas entre a população humana, além de oferecer riscos para a saúde de animais silvestres encontrados nas proximidades do ambiente urbano<sup>20</sup>.

Além dos ambientes urbanos, problemas ambientais também reverberam sobre a saúde humana quando ocorrem em áreas silvestres. O desmatamento, a fragmentação de áreas de mata nativa e outros tipos de mudanças do solo favorecem a emergência de novas doenças infecciosas humanas. Isso acontece porque tais práticas colocam os humanos em maior contato com a vida



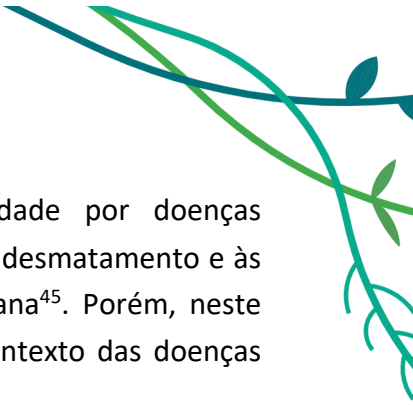


selvagem, aumentando as chances de infecção por novos patógenos, além de facilitarem a disseminação de doenças transmitidas por vetores<sup>21</sup>. Na Guiana, um aumento no número de casos de malária foi recentemente associado com a intensificação da mineração de ouro<sup>22</sup>. O colapso de teias alimentares decorrente do desmatamento e de outros tipos de mudanças no uso do solo aumenta o risco de infecção por *Mycobacterium ulcerans*, agente causador da úlcera de Buruli, conforme demonstrado por um estudo realizado na Guiana Francesa<sup>23</sup>. No Brasil, a dispersão do vírus da febre amarela foi recentemente relacionada com a fragmentação de florestas associada à presença de rodovias<sup>24</sup>. A pandemia de COVID-19 está ligada à exploração exacerbada da natureza, abrangendo a redução da biodiversidade, atividades de caça, confinamento e comercialização de animais silvestres, entre outras ações antrópicas sobre o meio ambiente, as quais facilitaram o “salto de patógeno” (também chamado de “transbordamento zoonótico” ou *spillover*, no inglês), ou seja, a transmissão do SARS-CoV-2 de espécies animais para a população humana<sup>25,26</sup>.

A perda da biodiversidade também favorece a proliferação de animais com capacidade de transmitir patógenos para os humanos, como roedores, mosquitos e carrapatos, pois tais animais proliferam mais facilmente em ambientes degradados, além de habitarem áreas próximas às populações humanas. A perda da biodiversidade pode também aumentar a carga e diversidade de patógenos nesses animais, especialmente se tratando das doenças virais<sup>27</sup>.

É importante mencionar que as mudanças climáticas, também resultantes da ação humana sobre a Terra, causarão alterações importantes nos padrões de emergência, reemergência e distribuição geográfica de diferentes doenças causadas por vírus, bactérias, fungos e parasitas<sup>28-34</sup>. Tais efeitos já são evidentes na atualidade<sup>35</sup>. O antraz é uma doença causada pela bactéria *Bacillus anthracis*, encontrada naturalmente no solo. Na Sibéria, casos humanos e animais de antraz foram associados com as mudanças climáticas, as quais propiciaram o descongelamento do solo (*permafrost*) após ondas de calor e a subsequente exposição de humanos e animais ao *B. anthracis*<sup>36</sup>. Ondas de calor e chuvas intensas também criaram condições ambientais que levaram a um surto de antraz em gado na Bósnia e Herzegovina, país do sudeste da Europa<sup>37</sup>. O surgimento do fungo *Candida auris* como patógeno humano pode ter sido favorecido pelas mudanças climáticas, as quais teriam favorecido a emergência de cepas capazes de infectar humanos<sup>35,38</sup>.

Em resumo, os exemplos mencionados anteriormente demonstram de forma clara como a saúde dos humanos, do ambiente e dos animais está fortemente entrelaçada. Esse conceito é atualmente conhecido como “Saúde Única” (*One Health*) e será discutido com mais detalhes no tópico seguinte. Por fim, é importante ressaltar que problemas ambientais não reverberam apenas sobre as doenças causadas por patógenos. Por exemplo, a poluição do ar afeta diferentes aspectos da saúde humana, salientando-se problemas respiratórios e de alergias, e aumenta o risco de morte<sup>39,40</sup>, desencadeando importantes perdas econômicas e retardando o progresso de países em desenvolvimento<sup>39</sup>. Poluentes decorrentes de queimadas, como aquelas observadas recentemente

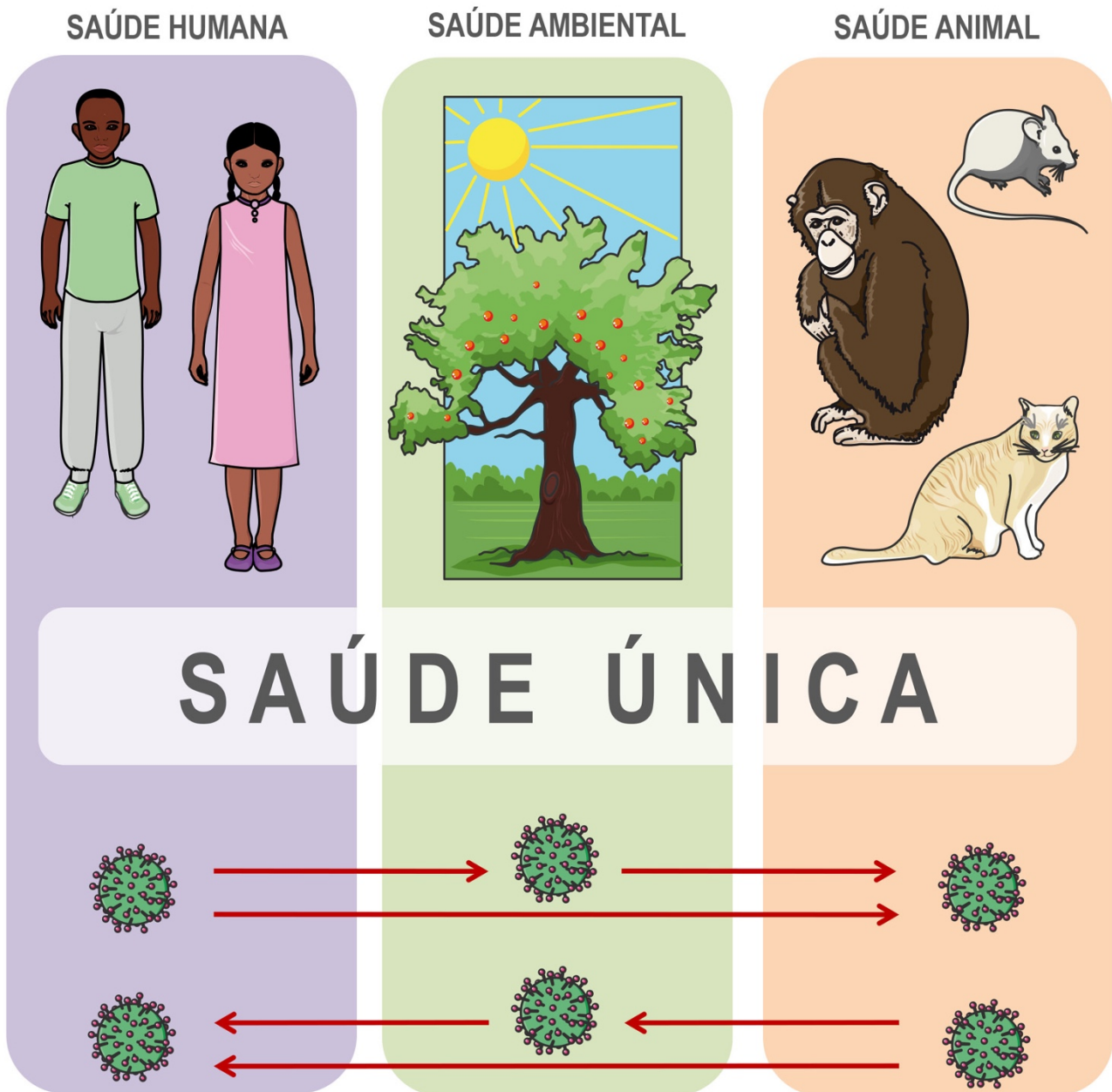


nos biomas Pantanal e Amazônia<sup>41-43</sup>, aumentam o risco de mortalidade por doenças cardiovasculares e respiratórias, entre outras<sup>44</sup>. Ondas de calor associadas ao desmatamento e às mudanças climáticas afetam de forma crescente a vida da população humana<sup>45</sup>. Porém, neste artigo, o conceito de Saúde Única será discutido predominantemente no contexto das doenças infecciosas e parasitárias.

### Conceito de Saúde Única (*One Health*)

No Brasil, a expressão *One Health* é usualmente traduzida para o português como “Saúde Única” ou “Saúde Unificada”<sup>46</sup>. Neste artigo, a expressão “Saúde Única” foi adotada como sinônimo de *One Health*. A Saúde Única é derivada do conceito de “Medicina Única” ou “Medicina Unificada” (*One Medicine*), formulado para mostrar a conexão entre a medicina humana e veterinária no contexto das zoonoses<sup>47</sup>, e da expressão “Um Mundo, Uma Saúde” (*One World - One Health*)<sup>48</sup>, criada para representar a interdependência entre a saúde dos humanos, dos animais e dos ecossistemas<sup>47-49</sup>.

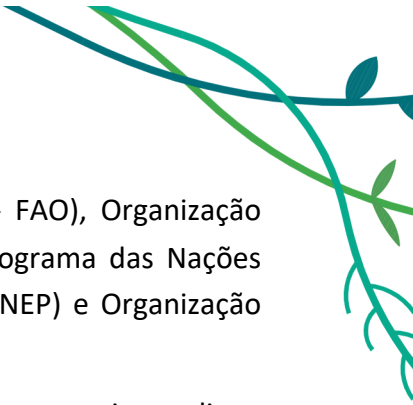
Recentemente, houve uma tentativa de padronizar a definição de Saúde Única, visto que é comum encontrar diferentes definições do conceito na literatura científica e popular. De acordo com o painel consultivo *One Health High-Level Expert Panel - OHHLEP*<sup>50</sup>, “Saúde Única é uma abordagem integrada e unificada que visa equilibrar e melhorar de forma sustentável a saúde de pessoas, animais e ecossistemas. A Saúde Única reconhece que saúde dos humanos, de animais domésticos e selvagens, de plantas e do ambiente mais amplo (incluindo ecossistemas) são intimamente ligadas e interdependentes”, em uma tradução livre a partir da definição em inglês<sup>51</sup>. A **Figura 2** esquematiza o conceito de Saúde Única, evidenciando a conexão entre humanos, animais e ambiente através da circulação de patógenos (exemplificados na figura pelos vírus) entre esses três componentes.



**Figura 2.** Saúde Única (*One Health*): conceito que unifica a saúde de humanos, dos animais e do ambiente. Desequilíbrios em qualquer um desses três componentes poderão afetar os demais, visto que muitos patógenos podem circular entre populações humanas, animais e meio ambiente, como no caso de alguns vírus, conforme ilustrado na imagem. Figura elaborada utilizando imagens da plataforma *Servier Medical Art* (<https://smart.servier.com/>).

O OHHLEP é um painel formado por lideranças e autoridades de diferentes países e áreas de conhecimento relevantes para a Saúde Única. Tanto o painel quanto a definição de Saúde Única apresentada anteriormente são apoiados pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação





e a Agricultura (*Food and Agriculture Organization of the United Nations* - FAO), Organização Mundial da Saúde Animal (*World Organisation for Animal Health* - OIE), Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (*United Nations Environment Programme* - UNEP) e Organização Mundial da Saúde (*World Health Organization* - WHO)<sup>50,52</sup>.

A Saúde Única é uma abordagem que auxilia indivíduos e organizações a prevenir, predizer, detectar e responder às ameaças à saúde de forma sustentável. A Saúde Única prevê a mobilização de diferentes instituições, comunidades e profissionais, em nível global, nacional e/ou local, conforme o tipo e a escala do problema de saúde em questão. Tal abordagem engaja instituições de diferentes áreas e indivíduos com diferentes tipos de conhecimento, incluindo a população leiga, especialistas, lideranças políticas e tomadores de decisão<sup>52</sup>.

Apesar do entendimento de que a saúde de humanos, dos animais e do ambiente está interconectada já existir há muitos anos, foi apenas nas últimas duas décadas que a expressão Saúde Única foi popularizada, principalmente através da aproximação da medicina humana e veterinária em estratégias de resposta às doenças zoonóticas. Porém, atualmente, as estratégias de Saúde Única estão mais amplas, abrangendo uma diversidade maior de atores de diferentes disciplinas (ecologia, zoologia, genética, imunologia, sociologia, entre outras) e diferentes problemas de saúde pública, não apenas as doenças zoonóticas<sup>46-48</sup>.

Conforme mencionado anteriormente, e seguindo a definição do OHHLEP, a Saúde Única é uma abordagem para *prevenir, predizer, detectar e responder* às ameaças à saúde. Neste artigo, as contribuições da Saúde Única para o campo das doenças infecciosas e parasitárias serão discutidas e exemplificadas a partir dos seguintes tópicos: (I) “entender”, pois na prática os processos de investigação e entendimento de surtos, epidemias e pandemias precedem ou acompanham as iniciativas de respostas a esses problemas de saúde pública; (II) “prevenir”, uma vez que as estratégias de prevenção e predição estão geralmente conectadas; e (III) “controlar”, unificando as ações de detecção e resposta às doenças infecciosas e parasitárias, pois tais ações também estão usualmente associadas na esfera prática.

## Entender

Logo após a emergência da pandemia de COVID-19, cientistas, líderes políticos e a população de diferentes países começaram a levantar diferentes questionamentos, como “qual a origem do SARS-CoV-2?”, “quais as condições que propiciaram esta pandemia?”, “qual a influência das atividades humanas na emergência deste patógeno?”, “poderia este vírus ter escapado de algum laboratório?”. Para tentar responder a esses questionamentos, a Organização Mundial da Saúde

(OMS) criou um grupo de trabalho com a missão de investigar em campo os diferentes fatores envolvidos na emergência da pandemia de COVID-19<sup>53-55</sup>.

O surgimento de uma nova doença e a disseminação de um patógeno em nível pandêmico é um evento complexo, envolvendo fatores biológicos (por exemplo, potenciais hospedeiros naturais, aspectos genéticos dos patógenos e pessoas, ecologia da doença) e sociais, os quais abrangem, entre outros pontos, o comportamento humano e decisões políticas<sup>27,56,57</sup>. Considerando esses múltiplos fatores, a OMS recrutou para o grupo de trabalho pesquisadores de diferentes áreas, como biólogos, veterinários, epidemiologistas e virologistas<sup>53-55</sup>. Após a investigação em campo envolvendo vários locais e instituições, análises de dados provenientes de amostras biológicas e discussão de diferentes possíveis cenários, os resultados de um dos relatórios do grupo de trabalho indicaram que é altamente provável que o SARS-CoV-2 tenha uma origem zoonótica<sup>55</sup>, com a presença ou não de um hospedeiro intermediário (animal) desempenhando um papel de facilitador da transmissão do SARS-CoV-2 para a população humana<sup>55</sup>. Essa conclusão faz bastante sentido, visto que a maior parte (60-75%) das doenças infecciosas humanas apresenta origem zoonótica<sup>25,27</sup>. Analisando retrospectivamente, a OMS usou uma estratégia alinhada com a perspectiva de Saúde Única para investigar e entender o surgimento da pandemia de COVID-19.

No Brasil, a vigilância epidemiológica, envolvendo tanto técnicas epidemiológicas e sorológicas tradicionais<sup>58,59</sup> como ferramentas genômicas<sup>60,61</sup>, foi fundamental para auxiliar no entendimento da disseminação do SARS-CoV-2. Essas estratégias envolveram epidemiologistas de campo, virologistas, biólogos, além de outros profissionais, que ajudaram a montar um cenário epidemiológico da COVID-19 e a decifrar os fatores associados com a disseminação do SARS-CoV-2 em nosso país<sup>58-61</sup>. Além de ser útil em situações epidêmicas ou pandêmicas, a abordagem de Saúde Única pode contribuir também para o entendimento das doenças endêmicas.

Uma recente meta-análise indicou que as parasitoses intestinais, considerando aquelas causadas por helmintos e protozoários, apresentam uma prevalência de 46% na população brasileira, com um intervalo de confiança variando de 39% a 54%<sup>62</sup>. Moreira et al.<sup>63</sup> usou o método de revisão integrativa da literatura para entender quais são as condições socioambientais que facilitam a ocorrência de casos de infecção por geo-helmintos intestinais (*Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e ancilostomídeos) no Brasil. Os autores concluíram que (I) saneamento ambiental precário, (II) hábitos inadequados de higiene, (III) baixo nível socioeconômico (renda baixa) e (IV) ausência de programas de educação em saúde são os quatro principais fatores responsáveis pelos casos de geo-helmintíases no país<sup>63</sup>, indicando que há uma convergência de fatores humanos, sociais e ambientais que explicam a ocorrência dessas doenças. De forma mais ampla, esse resultado mostra que a Saúde Única é necessária para o entendimento das parasitoses no Brasil através do estudo de fatores que envolvem não apenas os parasitas, mas também o comportamento humano, as condições ecológicas nas quais as parasitoses ocorrem e também os

fatores sociais (renda familiar, contexto social urbano, acesso aos serviços de saúde, entre outros) que contribuem para a ocorrência e distribuição de casos de geo-helmintíases no Brasil.

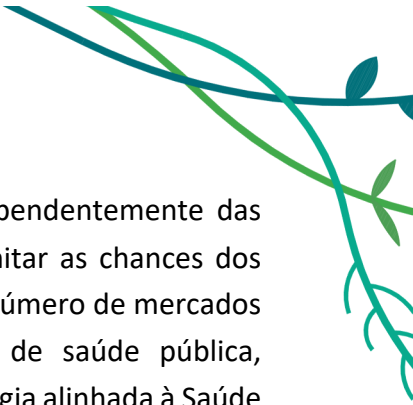
Poucos estudos consideram de forma conjunta humanos, animais e ambiente na investigação das doenças infecciosas e parasitárias<sup>64</sup>. Dessa forma, há a necessidade de expandir a abordagem de Saúde Única nas tentativas de entendimento, sejam elas teóricas ou de campo, dos modelos e padrões de transmissão de doenças que envolvem o ambiente, pessoas e animais<sup>64</sup>.

A história humana mostra que os patógenos emergem, circulam nas populações (humanas ou animais) por um determinado período e, com o passar do tempo, tornam-se endêmicos em alguns territórios ou desaparecem. A relação dos humanos com os patógenos é dinâmica; ou seja, está em constante mudança. O conjunto de doenças observado em um determinado período de tempo e território é conhecido como “Patocenose”, conceito cunhado pelo historiador Mirko Grmek (1924-2000)<sup>65</sup>. Considerando a complexidade do mundo globalizado, com alta conectividade entre populações de diferentes continentes, guerras, migrações, degradação ambiental e desigualdades sociais, fica evidente que a perspectiva de Saúde Única é fundamental para entender a Patocenose do Século XXI.

## Prevenir

A emergência de muitos patógenos zoonóticos na população humana foi facilitada pela caça e manipulação de carne de animais selvagens, como ocorreu no caso do HIV. Populações humanas foram expostas ao vírus após entrarem em contato de forma frequente com a carne, sangue e vísceras de primatas selvagens do continente Africano, com propósitos alimentares<sup>66,67</sup>. As feiras populares onde carne e animais vivos provenientes da fauna silvestre são comercializados em desacordo com padrões sanitários adequados e, muitas vezes, de forma ilegal, podem facilitar a transmissão de novos patógenos para os humanos. Nesses locais é comum a presença de animais aglomerados e em contato próximo com os humanos, os quais manipulam os animais vivos, carne, vísceras e sangue, criando muitas chances para um novo patógeno “saltar” para um hospedeiro humano<sup>68,69,70</sup>.

Porém, nem todos os mercados que comercializam animais vivos ou produtos derivados de animais são ilegais ou estão em desacordo com regras sanitárias. A fiscalização desses mercados e identificação de quais deles estão em desacordo com a legislação e normas sanitárias de cada país são medidas fundamentais para a redução dos riscos associados aos patógenos zoonóticos, prevenindo o surgimento e a disseminação de novas doenças a partir desses locais. Em alguns casos, esses mercados precisam ser totalmente fechados para que ocorra a redução de riscos zoonóticos e também a proteção da vida selvagem. É importante considerar que em condições de estresse ou

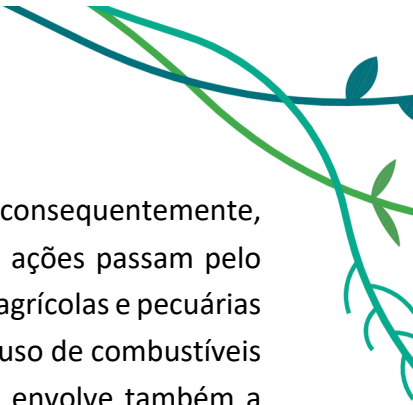


doença, a carga de patógenos em algumas espécies animais será alta independentemente das condições de limpeza de gaiolas ou higiene dos manipuladores. Ou seja, limitar as chances dos humanos entrarem em contato com novos patógenos através da redução do número de mercados populares onde animais são comercializados é uma medida preventiva de saúde pública, beneficiando humanos e protegendo também a biodiversidade em uma estratégia alinhada à Saúde Única<sup>68,71,72</sup>.

Para que a regulação, fiscalização e, quando necessário, o fechamento desses mercados ocorra de forma justa e eficaz, novamente a abordagem de Saúde Única se faz necessária. Biólogos, veterinário, nutricionistas e outros profissionais técnicos precisam avaliar quais espécies estão sendo comercializadas, como os animais vivos são tratados, as condições sanitárias dos locais de venda, entre vários outros fatores que influenciam o risco de transmissão de zoonoses. O entendimento dos aspectos sociais e culturais envolvidos na comercialização e consumo de carne de animais silvestres também precisa ser considerado em estratégias de redução de riscos e prevenção de doenças zoonóticas, o que muitas vezes exige a participação de profissionais das ciências humanas. Ou seja, a prevenção da emergência de doenças, em mercados populares ou em outros locais de risco, é uma tarefa que deve ser executada dentro da perspectiva de Saúde Única, com a participação de equipes multidisciplinares<sup>69,73</sup>.

Levando em consideração aspectos estratégicos e recursos humanos e financeiros disponíveis, a prevenção das doenças infecciosas emergentes pode ter três alvos principais: (I) animais - envolvendo estratégias exploratórias de identificação de potenciais novos patógenos zoonóticos em animais selvagens, sinantrópicos e insetos vetores; (II) populações humanas sentinelas - através de estratégias de vigilância em saúde focadas em populações altamente expostas a potenciais novos patógenos, como caçadores e pessoas que manipulam carne de animais silvestres em feiras ou mercados populares; e (III) população humana em geral - envolvendo estratégias de vigilância com o objetivo de detectar precocemente patógenos que já circulam na comunidade<sup>74</sup>. Cada um desses três alvos tem o potencial de trazer contribuições para a redução dos riscos associados aos patógenos emergentes. Idealmente, quando focados em conjunto, apresentam maiores chances para a prevenção de novos surtos, epidemias e pandemias.

O combate às mudanças climáticas é uma forma ampla e robusta de prevenir os problemas associados às doenças infecciosas emergentes. Como já mencionado anteriormente, a intensificação das mudanças climáticas causará mudanças importantes na distribuição geográfica e número de casos das doenças transmitidas por vetores<sup>75</sup>. Por exemplo, as mudanças climáticas aumentarão a ocorrência de arboviroses já observadas em diferentes países (dengue, zika, febre amarela, entre outras) devido ao aumento das áreas propícias para a proliferação de mosquitos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*<sup>76</sup>. A emergência de novos patógenos na população humana também será favorecida pelas mudanças climáticas<sup>75,77,78</sup>. A integração de ações em diferentes



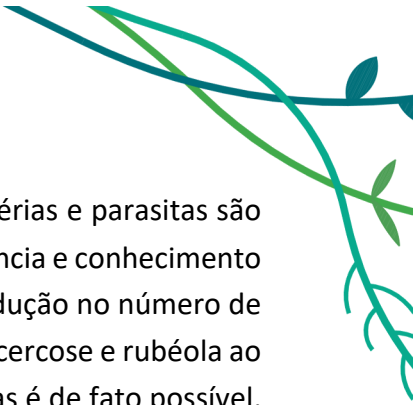
áreas da sociedade é necessária para controlar as mudanças climáticas e, conseqüentemente, prevenir ou reduzir os problemas causados pelas doenças emergentes. Essas ações passam pelo combate ao desmatamento de florestas tropicais, desenvolvimento de práticas agrícolas e pecuárias sustentáveis, incentivo ao uso de fontes de energia renovável e diminuição de uso de combustíveis fósseis<sup>21,35,79</sup>. Essa estratégia vai além de uma perspectiva de Saúde Única e envolve também a promoção da Saúde Planetária<sup>80</sup>.

Em nível local, a Saúde Única também tem um papel fundamental na prevenção das doenças infecciosas e parasitárias. Ações educativas envolvendo a comunidade, profissionais de saúde e professores são fundamentais para o incentivo de práticas de higiene por parte das crianças e a prevenção de parasitoses intestinais. Estratégias de educação em saúde associadas ao tratamento antiparasitário foram associadas com uma redução do índice de parasitoses intestinais de 36% para 13% em crianças do município de Cascavel, Paraná<sup>81</sup>. A educação sexual é fundamental e efetiva para a prevenção das infecções sexualmente transmissíveis entre adolescentes<sup>82</sup>. Similarmente, a educação ambiental integrada com a educação em saúde é fundamental para a prevenção da degradação ambiental e de um ambiente propício para a disseminação de zoonoses, conforme exemplos de sucesso registrados na Argentina, Nigéria, China, entre outros países<sup>83-85</sup>. A educação em saúde pode ser realizada através de atividades lúdicas no ambiente escolar, utilizando tanto materiais e ações simples, como atividades de grupo envolvendo a comunidade, uso de cartilhas e palestras, assim como ferramentas modernas e tecnológicas, como aplicativos de celular, vídeos e jogos digitais. Infelizmente, a educação em saúde ainda é subutilizada como ferramenta de promoção da Saúde Única<sup>84,85</sup>, e por isso essa estratégia deve ser popularizada e incentivada entre educadores e profissionais de saúde.

## Controlar

Novas doenças infecciosas emergem periodicamente, em algumas situações na forma de pequenos surtos, envolvendo um número limitado de pessoas, e em outras como doenças pandêmicas que afetam populações em vários continentes, como no caso da pandemia de influenza de 1918, da AIDS na década de 1990 e da COVID-19 recentemente. Ou seja, doenças infecciosas emergentes fazem parte da história da humanidade<sup>86</sup>. Reconhecendo que não é possível evitar totalmente o surgimento de novas doenças, é necessário ter estratégias para controlá-las. Considerando a influência da tríade “ambiente, humanos e animais” na emergência e surgimento de doenças infecciosas e parasitárias, o controle efetivo de tais doenças deve abranger os três componentes desta tríade, observando também as particularidades dos patógenos<sup>86,87</sup>, de forma análoga às estratégias de entendimento e prevenção discutidas nos tópicos anteriores deste artigo.



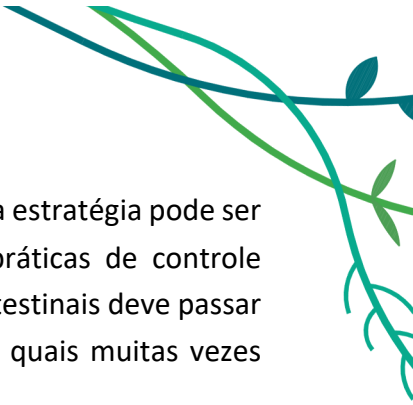


As estratégias de controle de doenças causadas por vírus, fungos, bactérias e parasitas são também beneficiadas pela interação de equipes multidisciplinares com experiência e conhecimento nos aspectos médicos, veterinários e ecológicos das doenças. A importante redução no número de casos de dracunculíase, filariose linfática, sarampo, caxumba, poliomielite, cisticercose e rubéola ao redor do mundo evidencia que o controle das doenças infecciosas e parasitárias é de fato possível, especialmente quando estratégias de vacinação, tratamento, educação em saúde e melhorias das condições de vida são empregadas de forma integrada<sup>86</sup>. Investimentos em tratamento, testagem e educação em saúde (incentivo ao uso de preservativos, educação sexual, entre outras) foram essenciais para reduzir os casos de HIV/AIDS em muitos países<sup>88,89</sup>. Destaca-se também que as vacinas foram fundamentais para a erradicação da varíola na década de 1980<sup>86</sup> e atualmente contribuem efetivamente para o controle da pandemia de COVID-19<sup>90</sup>.

As infecções causadas por bactérias multirresistentes representam um problema crescente em todo mundo, sendo que o uso extensivo e inadequado de antimicrobianos (geralmente denominados “antibióticos”) nas áreas médica e veterinária e a contaminação ambiental por esses agentes estão entre os fatores responsáveis pela seleção de cepas multirresistentes<sup>91-93</sup>. Dessa forma, o controle da resistência antimicrobiana passa pela medicina humana e veterinária, entre outras esferas da sociedade<sup>92</sup>. A restrição ao uso do antibiótico Ceftiofur (de uso veterinário) em animais de criação resultou na redução da resistência antimicrobiana em países como o Canadá e Japão<sup>94</sup>, evidenciando que controlar este tipo de problema é de fato possível. Levando em consideração que várias classes de antimicrobianos são utilizadas tanto na medicina humana quanto na veterinária (cefalosporinas, tetraciclina, sulfonamidas, entre outras), o controle de um problema que afeta a saúde humana passa também por medidas veterinárias, como a redução do uso de antibióticos em animais de criação<sup>94</sup>. Esse é mais um exemplo clássico de como a saúde de humanos e animais está conectada e precisa ser abordada através da Saúde Única. A questão do uso indiscriminado ou incorreto de antibióticos é amplamente discutida, mesmo em publicações de divulgação científica. Porém, outros exemplos interessantes, mas ainda pouco conhecidos, começam a surgir na literatura<sup>95</sup>.

O tratamento de animais de criação com inseticidas tem o potencial de melhorar a saúde animal (muitos inseticidas veterinários também ajudam a controlar parasitoses, por exemplo) e, conseqüentemente, controlar os casos humanos de malária em decorrência da redução das populações de mosquitos do gênero *Anopheles*, vetores da doença. Esses mosquitos morreriam ou teriam o sucesso reprodutivo diminuído após se alimentarem de sangue dos animais tratados com inseticidas. Estratégias como essas são promissoras, mas ainda precisam ser avaliadas em relação ao seu potencial de toxicidade animal e ambiental<sup>95</sup>.

Considerando a infecção por *T. solium* (discutida no início deste artigo; **Figura 1**), o uso de anti-helmínticos de forma integrada, na população humana e suínos, é a forma mais promissora



para o controle da teníase e cisticercose em nível populacional. O sucesso dessa estratégia pode ser aumentando quando combinado com ações de saneamento ambiental e práticas de controle sanitário dos animais de criação<sup>96</sup>. Nesse sentido, o controle das parasitoses intestinais deve passar também pelas melhorias das condições de vida das populações afetadas, as quais muitas vezes habitam locais com sérios problemas de saneamento ambiental.

Exemplos de diferentes locais do mundo mostram que a melhoria das condições ambientais contribui muito para o controle dos casos de parasitoses intestinais<sup>97,98</sup>, evidenciando a forte conexão entre saúde ambiental e saúde humana. Em uma comunidade de Salvador (Bahia), por exemplo, as taxas de infecção infantil por *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e *Giardia duodenalis* reduziram de forma importante após melhorias na estrutura de saneamento (*A. lumbricoides*: redução de 24% para 12%; *T. trichiura*: 18% para 5%; *G. duodenalis*: 14% para 5%)<sup>98</sup>. Ou seja, a melhoria da saúde humana foi um reflexo de investimentos na saúde ambiental, representando um exemplo adicional de controle de parasitoses alinhado à perspectiva de Saúde Única.

## Conclusão

Os exemplos discutidos ao longo deste artigo evidenciam as fortes conexões entre a saúde animal, humana e ambiental. Dessa forma, a perspectiva de Saúde Única (**Figura 2**) precisa ser considerada nas estratégias de entendimento, prevenção e controle das doenças infecciosas e parasitárias. Fundamentalmente, equipes multidisciplinares são ideais para a aplicação de estratégias alinhadas com a Saúde Única em contextos clínicos ou comunitários. Porém, mesmo profissionais trabalhando isoladamente podem usar a Saúde Única em seu cotidiano, com o objetivo de adquirir uma visão mais completa dos problemas de saúde observados na rotina de trabalho, aumentando as chances de solução de tais problemas. Para atingir este objetivo, sugere-se levantar questionamentos através das “lentes” da Saúde Única, por exemplo: “Qual a provável origem do patógeno que infecta este indivíduo? Seria origem humana, animal ou ambiental?”, “Há algum fator ambiental ou comportamental que pode ser modificado para prevenir novas infecções?” ou “Como a doença deste animal pode impactar a saúde humana? Além de tratar o animal, o que pode ser feito para evitar infecções zoonóticas em nível comunitário?”.

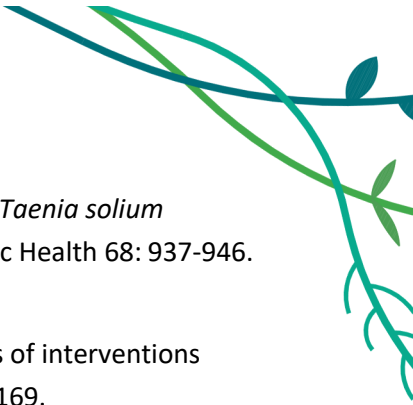

Porém, é importante salientar que não existe uma “fórmula” estabelecida que determine o uso da Saúde Única. Cada profissional ou equipe multidisciplinar deve avaliar a maneira mais adequada para aplicar a Saúde Única em suas rotinas de trabalho. É fundamental entender que a Saúde Única é uma *perspectiva* ou *abordagem* que ajuda a tomada de decisões capaz de guiar e direcionar a solução dos problemas de saúde de forma abrangente e duradoura, beneficiando os humanos, animais e ecossistemas.

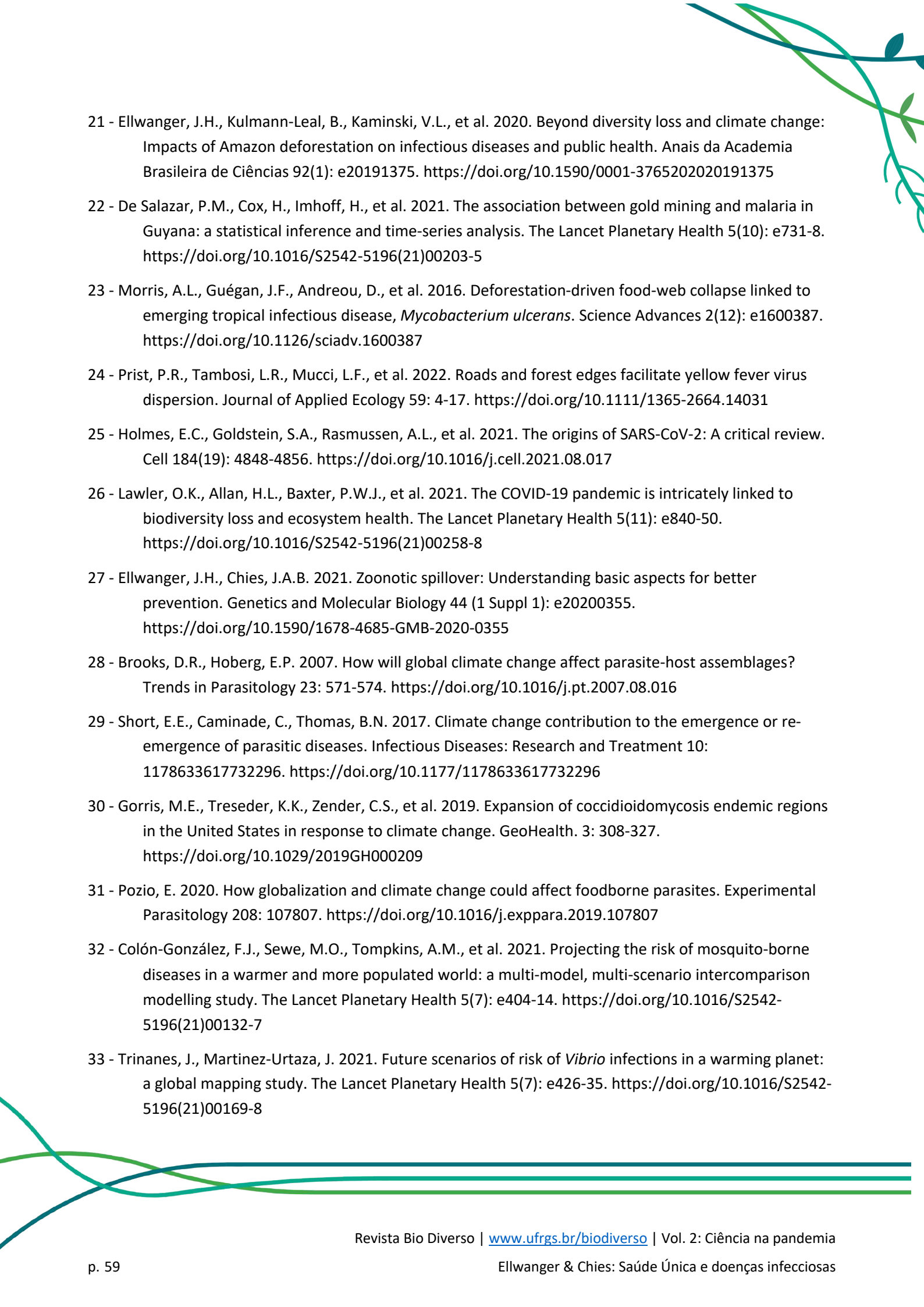
## Agradecimento

As figuras foram elaboradas utilizando imagens obtidas da plataforma *Servier Medical Art* (<https://smart.servier.com/>), disponíveis para uso sob *Creative Commons Attribution 3.0 Unported License*. Joel Henrique Ellwanger recebe bolsa de pós-doutorado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (Programa Nacional de Pós-Doutorado – PNPd/CAPES). José Artur Bogo Chies recebe bolsa de pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Bolsa de Produtividade em Pesquisa – Nível 1A) e coordena projeto de pesquisa financiado pela CAPES (CAPES AUXPE 686/2020).

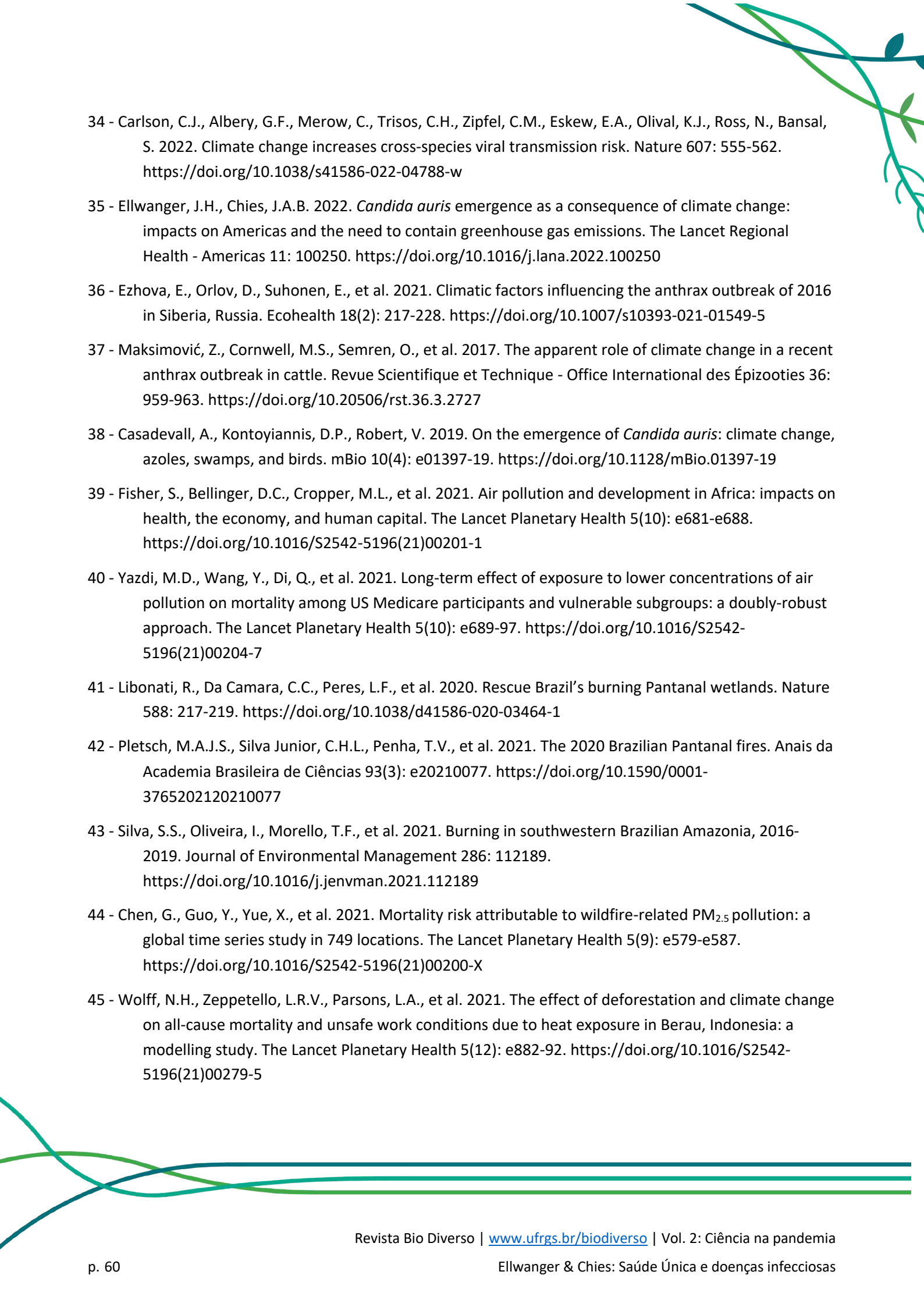
## Referências

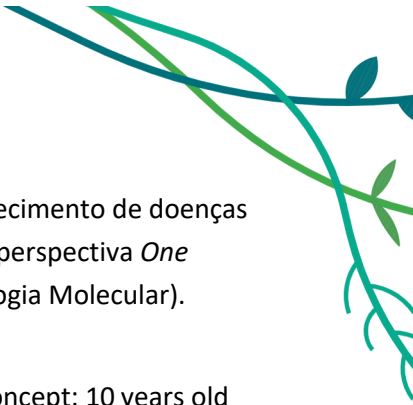
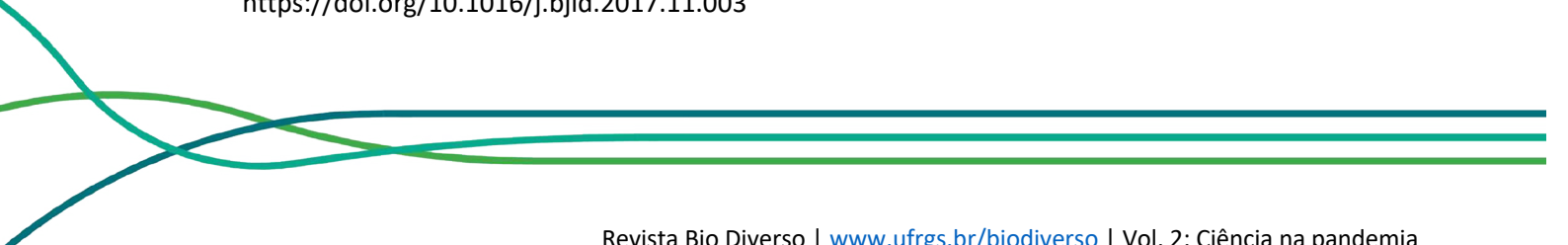
- 1 - García, H.H., Gonzalez, A.E., Evans, C.A.W., et al. 2003. *Taenia solium* cysticercosis. *The Lancet* 362(9383):547-56. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(03\)14117-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)14117-7)
- 2 - CDC - Centers for Disease Control and Prevention, Global Health, Division of Parasitic Diseases and Malaria, 2013. Parasites - Taeniasis. <https://www.cdc.gov/parasites/taeniasis/biology.html#>. Acessado em 7 de Janeiro de 2022.
- 3 - Jansen, F., Dorny, P., Gabriël, S., et al. 2021. The survival and dispersal of *Taenia* eggs in the environment: what are the implications for transmission? A systematic review. *Parasites & Vectors* 14: 88. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04589-6>
- 4 - WHO - World Health Organization. 2022. Taeniasis/cysticercosis. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/taeniasis-cysticercosis>. Acessado em 7 de Março de 2022.
- 5 - CDC - Centers for Disease Control and Prevention, Global Health, Division of Parasitic Diseases and Malaria, 2020. Parasites - Cysticercosis. <https://www.cdc.gov/parasites/cysticercosis/index.html>. Acessado em 7 de Março de 2022.
- 6 - Côrtes, J.A. 2000. Complexo teníase humana - Cisticercose bovina e suína II - Cisticercose bovina e suína. *Revista de Educação Continuada do Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de São Paulo* 3: 61-71. <https://doi.org/10.36440/recmvz.v3i2.3369>
- 7 - Willingham, A.L. 3rd, Engels, D. 2006. Control of *Taenia solium* cysticercosis/taeniosis. *Advances in Parasitology* 61: 509-566. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(05\)61012-3](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(05)61012-3)
- 8 - Ribeiro, N.A.S., Telles, E.O., Balian, S.C. 2012. O complexo teníase humana-cisticercose: ainda um sério problema de saúde pública. *Revista de Educação Continuada do Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de São Paulo* 10: 20-25. <https://doi.org/10.36440/recmvz.v10i1.256>

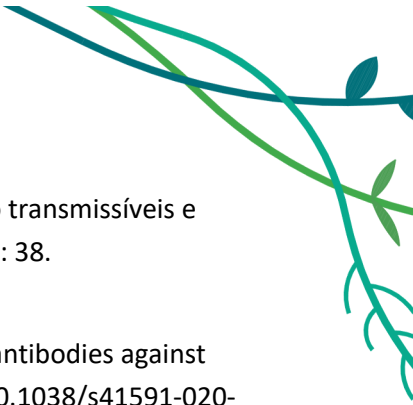

- 
- 9 - GK, M., Singh, B.B., Sharma, R., et al. 2021. Quantitative risk assessment of human *Taenia solium* exposure from consuming pork produced in Punjab, India. *Zoonoses and Public Health* 68: 937-946. <https://doi.org/10.1111/zph.12886>
- 10 - Lightowers, M.W., Garcia, H.H., Gauci, C.G., et al. 2016. Monitoring the outcomes of interventions against *Taenia solium*: options and suggestions. *Parasite Immunology* 38:158-169. <https://doi.org/10.1111/pim.12291>
- 11 - Madinga, J., Polman, K., Kanobana, K., et al. 2017. Epidemiology of polyparasitism with *Taenia solium*, schistosomes and soil-transmitted helminths in the co-endemic village of Malanga, Democratic Republic of Congo. *Acta Tropica* 171: 186-893. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.03.019>
- 12 - Rojas, C.A.A., Mathis, A., Deplazes, P. 2018. Assessing the contamination of food and the environment with *Taenia* and *Echinococcus* eggs and their zoonotic transmission. *Current Clinical Microbiology Reports* 5: 154-163. <https://doi.org/10.1007/s40588-018-0091-0>
- 13 - Almeida, L.S., Cota, A.L.S., Rodrigues, D.F. 2020. Saneamento, arboviroses e determinantes ambientais: impactos na saúde urbana. *Ciência & Saúde Coletiva* 25: 3857-3868. <https://doi.org/10.1590/1413-812320202510.30712018>
- 14 - Mendonça, M.J.C., Motta, R.S. 2007. Saúde e saneamento no Brasil. *Planejamento e Políticas Públicas* 30: 15-30.
- 15 - Lwande, O.W., Obanda, V., Lindström, A., et al. 2020. Globe-trotting *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: risk factors for arbovirus pandemics. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 20: 71-81. <https://doi.org/10.1089/vbz.2019.2486>
- 16 - Lowe, R., Lee, S.A., O'Reilly, K.M., et al. 2021. Combined effects of hydrometeorological hazards and urbanisation on dengue risk in Brazil: a spatiotemporal modelling study. *The Lancet Planetary Health* 5(4): e209-19. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30292-8](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30292-8)
- 17 - de Castro, J.R., Salaberry, S.R.S., Souza, M.A., et al. 2011. Sorovares de *Leptospira* spp. predominantes em exames sorológicos de caninos e humanos no município de Uberlândia, Estado de Minas Gerais. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 44: 217-222. <https://doi.org/10.1590/s0037-86822011005000012>
- 18 - Busato, M.A., Schabat, F.M., Lunkes, E.F., et al. 2017. Incidência de leptospirose e fatores associados no município de Chapecó, Santa Catarina, Brasil. *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção* 7: 221-226. <https://doi.org/10.17058/reci.v7i4.7838>
- 19 - Portela, F.C., Kobiyama, M., Goerl, R.F. 2020. Panorama brasileiro de relação entre leptospirose e inundações. *Geosul* 35: 711-734. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2020v35n75p711>
- 20 - Ellwanger, J.H., Chies, J.A.B. 2019. The triad “dogs, conservation and zoonotic diseases” - An old and still neglected problem in Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation* 17: 157-61. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.06.003>
- 

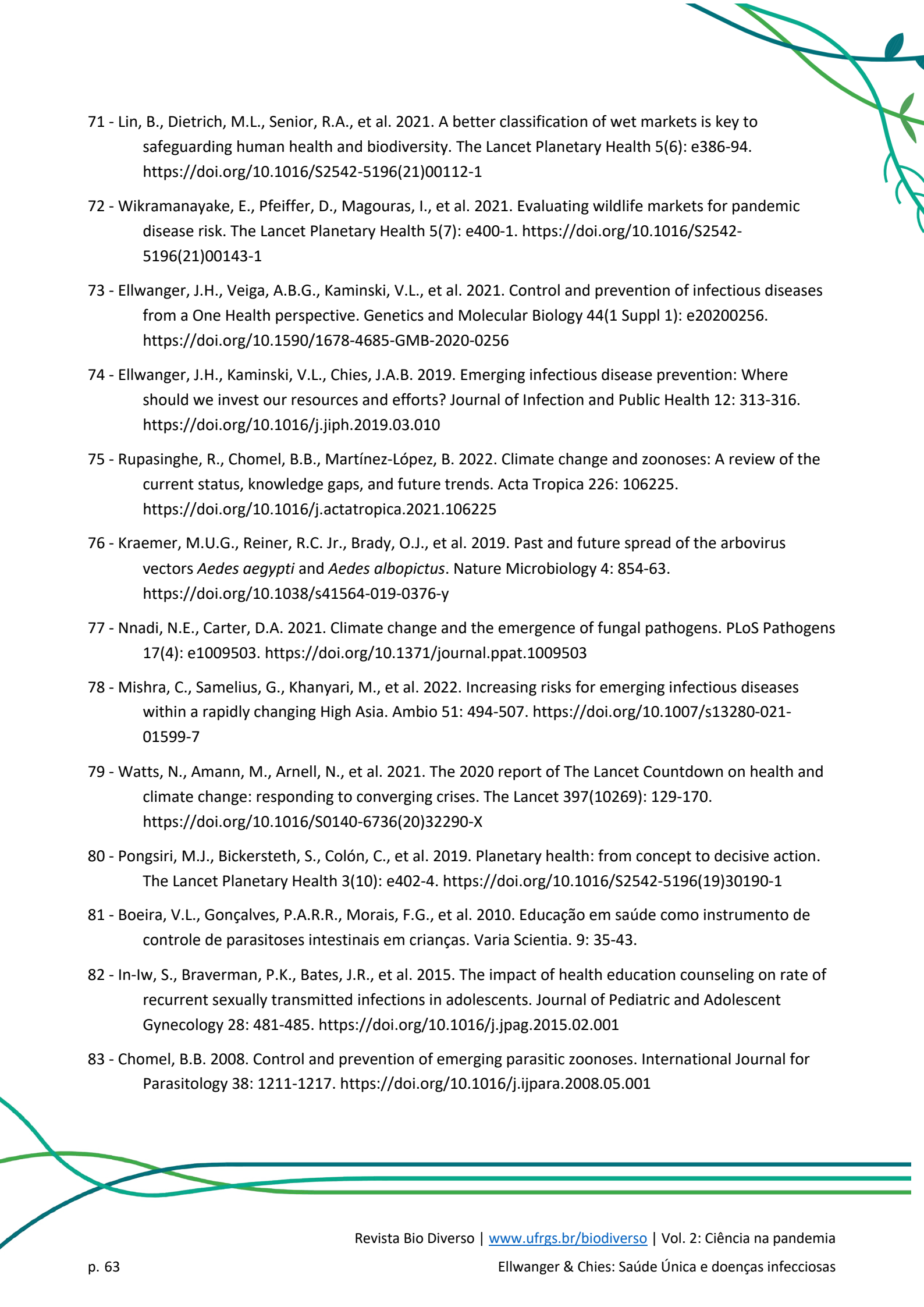
- 
- 21 - Ellwanger, J.H., Kulmann-Leal, B., Kaminski, V.L., et al. 2020. Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 92(1): e20191375. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020191375>
- 22 - De Salazar, P.M., Cox, H., Imhoff, H., et al. 2021. The association between gold mining and malaria in Guyana: a statistical inference and time-series analysis. *The Lancet Planetary Health* 5(10): e731-8. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00203-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00203-5)
- 23 - Morris, A.L., Guégan, J.F., Andreou, D., et al. 2016. Deforestation-driven food-web collapse linked to emerging tropical infectious disease, *Mycobacterium ulcerans*. *Science Advances* 2(12): e1600387. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600387>
- 24 - Prist, P.R., Tambosi, L.R., Mucci, L.F., et al. 2022. Roads and forest edges facilitate yellow fever virus dispersion. *Journal of Applied Ecology* 59: 4-17. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14031>
- 25 - Holmes, E.C., Goldstein, S.A., Rasmussen, A.L., et al. 2021. The origins of SARS-CoV-2: A critical review. *Cell* 184(19): 4848-4856. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.08.017>
- 26 - Lawler, O.K., Allan, H.L., Baxter, P.W.J., et al. 2021. The COVID-19 pandemic is intricately linked to biodiversity loss and ecosystem health. *The Lancet Planetary Health* 5(11): e840-50. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00258-8](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00258-8)
- 27 - Ellwanger, J.H., Chies, J.A.B. 2021. Zoonotic spillover: Understanding basic aspects for better prevention. *Genetics and Molecular Biology* 44 (1 Suppl 1): e20200355. <https://doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2020-0355>
- 28 - Brooks, D.R., Hoberg, E.P. 2007. How will global climate change affect parasite-host assemblages? *Trends in Parasitology* 23: 571-574. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2007.08.016>
- 29 - Short, E.E., Caminade, C., Thomas, B.N. 2017. Climate change contribution to the emergence or re-emergence of parasitic diseases. *Infectious Diseases: Research and Treatment* 10: 1178633617732296. <https://doi.org/10.1177/1178633617732296>
- 30 - Gorris, M.E., Treseder, K.K., Zender, C.S., et al. 2019. Expansion of coccidioidomycosis endemic regions in the United States in response to climate change. *GeoHealth*. 3: 308-327. <https://doi.org/10.1029/2019GH000209>
- 31 - Pozio, E. 2020. How globalization and climate change could affect foodborne parasites. *Experimental Parasitology* 208: 107807. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2019.107807>
- 32 - Colón-González, F.J., Sewe, M.O., Tompkins, A.M., et al. 2021. Projecting the risk of mosquito-borne diseases in a warmer and more populated world: a multi-model, multi-scenario intercomparison modelling study. *The Lancet Planetary Health* 5(7): e404-14. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00132-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00132-7)
- 33 - Trinanes, J., Martínez-Urtaza, J. 2021. Future scenarios of risk of *Vibrio* infections in a warming planet: a global mapping study. *The Lancet Planetary Health* 5(7): e426-35. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00169-8](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00169-8)

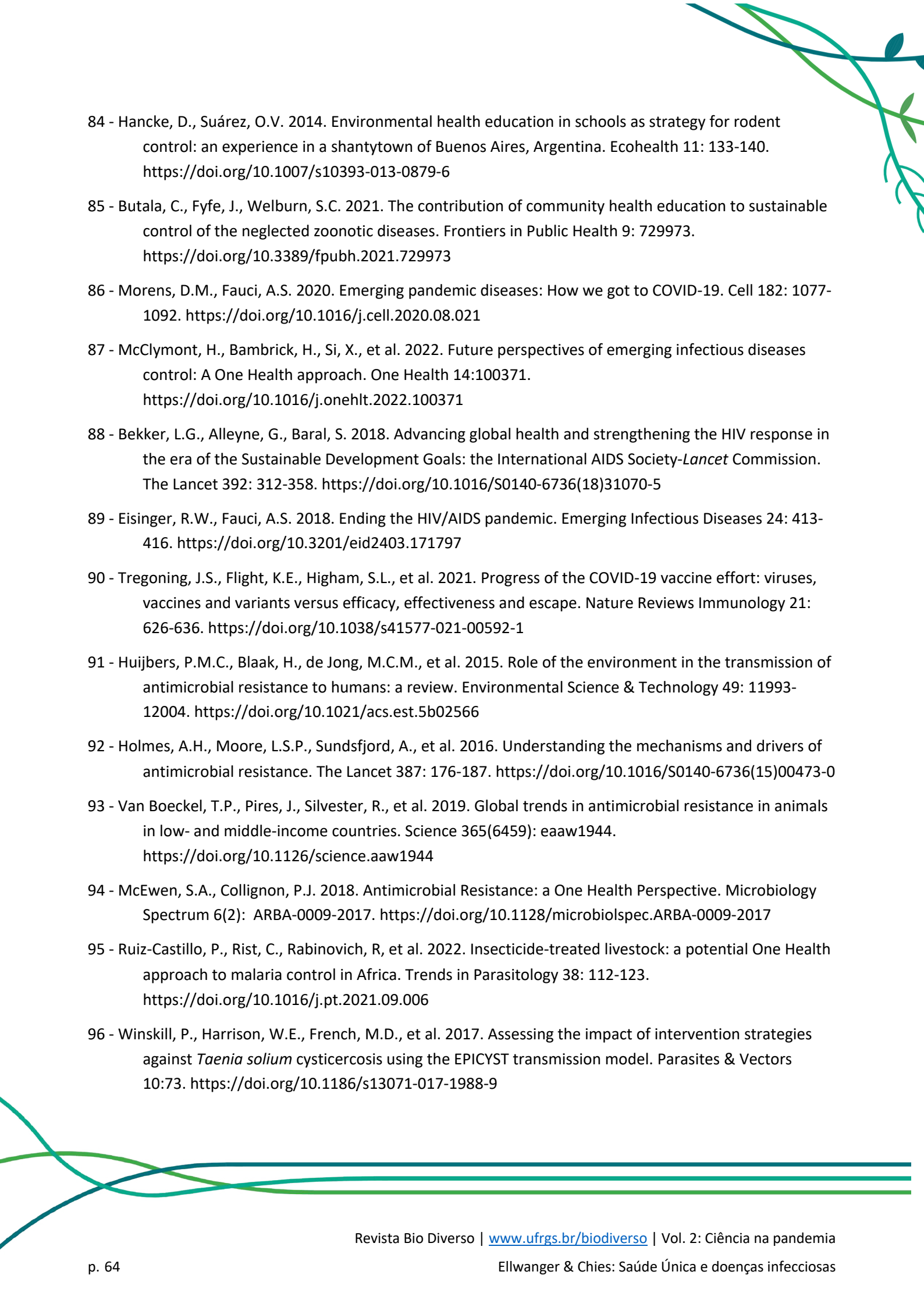


- 
- 34 - Carlson, C.J., Albery, G.F., Merow, C., Trisos, C.H., Zipfel, C.M., Eskew, E.A., Olival, K.J., Ross, N., Bansal, S. 2022. Climate change increases cross-species viral transmission risk. *Nature* 607: 555-562. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04788-w>
- 35 - Ellwanger, J.H., Chies, J.A.B. 2022. *Candida auris* emergence as a consequence of climate change: impacts on Americas and the need to contain greenhouse gas emissions. *The Lancet Regional Health - Americas* 11: 100250. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2022.100250>
- 36 - Ezhova, E., Orlov, D., Suhonen, E., et al. 2021. Climatic factors influencing the anthrax outbreak of 2016 in Siberia, Russia. *Ecohealth* 18(2): 217-228. <https://doi.org/10.1007/s10393-021-01549-5>
- 37 - Maksimović, Z., Cornwell, M.S., Semren, O., et al. 2017. The apparent role of climate change in a recent anthrax outbreak in cattle. *Revue Scientifique et Technique - Office International des Épizooties* 36: 959-963. <https://doi.org/10.20506/rst.36.3.2727>
- 38 - Casadevall, A., Kontoyiannis, D.P., Robert, V. 2019. On the emergence of *Candida auris*: climate change, azoles, swamps, and birds. *mBio* 10(4): e01397-19. <https://doi.org/10.1128/mBio.01397-19>
- 39 - Fisher, S., Bellinger, D.C., Cropper, M.L., et al. 2021. Air pollution and development in Africa: impacts on health, the economy, and human capital. *The Lancet Planetary Health* 5(10): e681-e688. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00201-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00201-1)
- 40 - Yazdi, M.D., Wang, Y., Di, Q., et al. 2021. Long-term effect of exposure to lower concentrations of air pollution on mortality among US Medicare participants and vulnerable subgroups: a doubly-robust approach. *The Lancet Planetary Health* 5(10): e689-97. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00204-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00204-7)
- 41 - Libonati, R., Da Camara, C.C., Peres, L.F., et al. 2020. Rescue Brazil's burning Pantanal wetlands. *Nature* 588: 217-219. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-03464-1>
- 42 - Pletsch, M.A.J.S., Silva Junior, C.H.L., Penha, T.V., et al. 2021. The 2020 Brazilian Pantanal fires. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 93(3): e20210077. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120210077>
- 43 - Silva, S.S., Oliveira, I., Morello, T.F., et al. 2021. Burning in southwestern Brazilian Amazonia, 2016-2019. *Journal of Environmental Management* 286: 112189. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112189>
- 44 - Chen, G., Guo, Y., Yue, X., et al. 2021. Mortality risk attributable to wildfire-related PM<sub>2.5</sub> pollution: a global time series study in 749 locations. *The Lancet Planetary Health* 5(9): e579-e587. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00200-X](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00200-X)
- 45 - Wolff, N.H., Zeppetello, L.R.V., Parsons, L.A., et al. 2021. The effect of deforestation and climate change on all-cause mortality and unsafe work conditions due to heat exposure in Berau, Indonesia: a modelling study. *The Lancet Planetary Health* 5(12): e882-92. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00279-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00279-5)

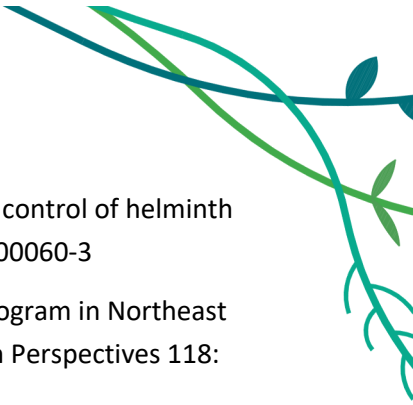
- 
- 46 - Ellwanger, J.H. 2019. Fatores imunogenéticos e ambientais envolvidos no estabelecimento de doenças virais emergentes, reemergentes e negligenciadas no Brasil – Um enfoque na perspectiva *One Health*. Porto Alegre, UFRGS. Tese de Doutorado em Ciências (Genética e Biologia Molecular). <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/198984>
- 47 - Destoumieux-Garzón, D., Mavingui, P., Boetsch, G., et al. 2018. The One Health concept: 10 years old and a long road ahead. *Frontiers in Veterinary Sciences* 5: 14. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00014>
- 48 - Carneiro, L.A., Pettan-Brewer, C. 2021. *One Health: Conceito, História e Questões Relacionadas – Revisão e Reflexão*. Em Miranda, A.M.M. (org.) *Pesquisa em Saúde & Ambiente na Amazônia perspectivas para sustentabilidade humana e ambiental na região*. Científica Digital, Guarujá. <https://doi.org/10.37885/210504857>
- 49 - Ellwanger, J.H., Kaminski, V.L., Chies, J.A.B. 2017. How to detect new viral outbreaks or epidemics? We need to survey the circulation of viruses in humans and other animals using fast, sensible, cheap, and broad-spectrum methodologies. *The Brazilian Journal of Infectious Diseases* 21: 211-212. <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2016.12.001>
- 50 - OHHLEP - One Health High-Level Expert Panel, 2021. One Health High Level Expert Panel (OHHLEP). <https://www.who.int/groups/one-health-high-level-expert-panel>. Acessado em 1º de Janeiro de 2022.
- 51 - OIE - World Organization for animal Health. Tripartite and UNEP support OHHLEP's definition of "One Health". <https://www.oie.int/en/tripartite-and-unep-support-ohhleps-definition-of-one-health/> Acessado em 11 de Março de 2022.
- 52 - WHO - World Health Organization. 2021. Tripartite and UNEP support OHHLEP's definition of "One Health". <https://www.who.int/news/item/01-12-2021-tripartite-and-unep-support-ohhleps-definition-of-one-health?fbclid=IwAR3UCTXjwxgiLJcHcFeSnsXdn6vxNW-ul-aFE9nYsxtWvNmSjOIP6IcTd84>. Acessado em 1º de Janeiro de 2022.
- 53 - Mallapaty, S. 2020. Where did COVID come from? WHO investigation begins but faces challenges. *Nature* 587: 341-342. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-03165-9>
- 54 - Koopmans, M., Daszak, P., Dedkov, V.G., et al. 2021. Origins of SARS-CoV-2: window is closing for key scientific studies. *Nature* 596: 482-485. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-02263-6>
- 55 - WHO - World Health Organization. 2021. WHO-convened Global Study of Origins of SARS-CoV-2: China Part - Joint WHO-China Study, Joint Report. Geneva, WHO.
- 56 - Plowright, R.K., Parrish, C.R., McCallum, H., et al. 2017. Pathways to zoonotic spillover. *Nature Reviews Microbiology* 15: 502-510. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.45>
- 57 - Ellwanger, J.H., Chies, J.A.B. 2018. Zoonotic spillover and emerging viral diseases - time to intensify zoonoses surveillance in Brazil. *The Brazilian Journal of Infectious Diseases* 22(1): 76-78. <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2017.11.003>
- 

- 
- 58 - Mesenburg, M.A., Hallal, P.C., Menezes, A.M.B., et al. 2021. Doenças crônicas não transmissíveis e covid-19: resultados do estudo Epicovid-19 Brasil. *Revista de Saúde Pública* 55: 38. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2021055003673>
- 59 - Silveira, M.F., Barros, A.J.D., Horta, B.L., et al. 2020. Population-based surveys of antibodies against SARS-CoV-2 in Southern Brazil. *Nature Medicine* 26: 1196-9. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0992-3>
- 60 - Candido, D.S., Claro, I.M., de Jesus, J.G., et al. 2020. Evolution and epidemic spread of SARS-CoV-2 in Brazil. *Science* 369: 1255-1260. <https://doi.org/10.1126/science.abd2161>
- 61 - Lamarca, A.P., de Almeida, L.G.P., Francisco, R.S. Jr., et al. 2021. Genomic surveillance of SARS-CoV-2 tracks early interstate transmission of P.1 lineage and diversification within P.2 clade in Brazil. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 15: e0009835. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009835>
- 62 - Celestino, A.O., Vieira, S.C.F., Lima, P.A.S., et al. 2021. Prevalence of intestinal parasitic infections in Brazil: a systematic review. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 54: e00332021. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0033-2021>
- 63 - Moreira, M.A., Zanetti, A.S., Barros, L.F., et al. 2021. Cenário da prevalência e condições socioambientais associadas às geo-helmintíases no Brasil: Uma revisão integrativa da literatura. *Research, Society and Development* 10: e23610515000. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.15000>
- 64 - Rees, E.M., Minter, A., Edmunds, W.J., et al. 2021. Transmission modelling of environmentally persistent zoonotic diseases: a systematic review. *The Lancet Planetary Health* 5(7): e466-78. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00137-6](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00137-6)
- 65 - Gonzalez, J.P., Guiserix, M., Sauvage, F., et al. 2010. Pathocenosis: a holistic approach to disease ecology. *Ecohealth* 7: 237-41. <https://doi.org/10.1007/s10393-010-0326-x>
- 66 - Hahn, B.H., Shaw, G.M., De Cock, K.M., et al. 2000. AIDS as a zoonosis: scientific and public health implications. *Science* 287: 607-614. <https://doi.org/10.1126/science.287.5453.607>
- 67 - Ellwanger, J.H., Chies J.A.B. 2020. Conexões entre desequilíbrios ambientais e o surgimento de doenças infecciosas na Amazônia. <https://www.ufrgs.br/jornal/conexoes-entre-desequilibrios-ambientais-e-o-surgimento-de-doencas-infecciosas-na-amazonia/> Acessado em 9 de Maio de 2022.
- 68 - Karesh, W.B., Cook, R.A., Bennett, E.L., et al. 2005. Wildlife trade and global disease emergence. *Emerging Infectious Diseases* 11: 1000-2. <https://doi.org/10.3201/eid1107.050194>
- 69 - Karesh WB, Noble E. 2009. The bushmeat trade: increased opportunities for transmission of zoonotic disease. *Mount Sinai Journal of Medicine* 76: 429-434. <https://doi.org/10.1002/msj.20139>
- 70 - Zhang, Y.Z., Holmes, E.C. 2020. A genomic perspective on the origin and emergence of SARS-CoV-2. *Cell* 181: 223-227. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.03.035>
- 

- 
- 71 - Lin, B., Dietrich, M.L., Senior, R.A., et al. 2021. A better classification of wet markets is key to safeguarding human health and biodiversity. *The Lancet Planetary Health* 5(6): e386-94. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00112-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00112-1)
- 72 - Wikramanayake, E., Pfeiffer, D., Magouras, I., et al. 2021. Evaluating wildlife markets for pandemic disease risk. *The Lancet Planetary Health* 5(7): e400-1. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00143-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00143-1)
- 73 - Ellwanger, J.H., Veiga, A.B.G., Kaminski, V.L., et al. 2021. Control and prevention of infectious diseases from a One Health perspective. *Genetics and Molecular Biology* 44(1 Suppl 1): e20200256. <https://doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2020-0256>
- 74 - Ellwanger, J.H., Kaminski, V.L., Chies, J.A.B. 2019. Emerging infectious disease prevention: Where should we invest our resources and efforts? *Journal of Infection and Public Health* 12: 313-316. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2019.03.010>
- 75 - Rupasinghe, R., Chomel, B.B., Martínez-López, B. 2022. Climate change and zoonoses: A review of the current status, knowledge gaps, and future trends. *Acta Tropica* 226: 106225. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.106225>
- 76 - Kraemer, M.U.G., Reiner, R.C. Jr., Brady, O.J., et al. 2019. Past and future spread of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Nature Microbiology* 4: 854-63. <https://doi.org/10.1038/s41564-019-0376-y>
- 77 - Nnadi, N.E., Carter, D.A. 2021. Climate change and the emergence of fungal pathogens. *PLoS Pathogens* 17(4): e1009503. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009503>
- 78 - Mishra, C., Samelius, G., Khanyari, M., et al. 2022. Increasing risks for emerging infectious diseases within a rapidly changing High Asia. *Ambio* 51: 494-507. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01599-7>
- 79 - Watts, N., Amann, M., Arnell, N., et al. 2021. The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. *The Lancet* 397(10269): 129-170. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32290-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32290-X)
- 80 - Pongsiri, M.J., Bickersteth, S., Colón, C., et al. 2019. Planetary health: from concept to decisive action. *The Lancet Planetary Health* 3(10): e402-4. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30190-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30190-1)
- 81 - Boeira, V.L., Gonçalves, P.A.R.R., Morais, F.G., et al. 2010. Educação em saúde como instrumento de controle de parasitoses intestinais em crianças. *Varia Scientia*. 9: 35-43.
- 82 - In-lw, S., Braverman, P.K., Bates, J.R., et al. 2015. The impact of health education counseling on rate of recurrent sexually transmitted infections in adolescents. *Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology* 28: 481-485. <https://doi.org/10.1016/j.jpag.2015.02.001>
- 83 - Chomel, B.B. 2008. Control and prevention of emerging parasitic zoonoses. *International Journal for Parasitology* 38: 1211-1217. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2008.05.001>

- 
- 84 - Hancke, D., Suárez, O.V. 2014. Environmental health education in schools as strategy for rodent control: an experience in a shantytown of Buenos Aires, Argentina. *Ecohealth* 11: 133-140. <https://doi.org/10.1007/s10393-013-0879-6>
- 85 - Butala, C., Fyfe, J., Welburn, S.C. 2021. The contribution of community health education to sustainable control of the neglected zoonotic diseases. *Frontiers in Public Health* 9: 729973. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.729973>
- 86 - Morens, D.M., Fauci, A.S. 2020. Emerging pandemic diseases: How we got to COVID-19. *Cell* 182: 1077-1092. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.08.021>
- 87 - McClymont, H., Bambrick, H., Si, X., et al. 2022. Future perspectives of emerging infectious diseases control: A One Health approach. *One Health* 14:100371. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2022.100371>
- 88 - Bekker, L.G., Alleyne, G., Baral, S. 2018. Advancing global health and strengthening the HIV response in the era of the Sustainable Development Goals: the International AIDS Society-*Lancet* Commission. *The Lancet* 392: 312-358. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31070-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31070-5)
- 89 - Eisinger, R.W., Fauci, A.S. 2018. Ending the HIV/AIDS pandemic. *Emerging Infectious Diseases* 24: 413-416. <https://doi.org/10.3201/eid2403.171797>
- 90 - Tregoning, J.S., Flight, K.E., Higham, S.L., et al. 2021. Progress of the COVID-19 vaccine effort: viruses, vaccines and variants versus efficacy, effectiveness and escape. *Nature Reviews Immunology* 21: 626-636. <https://doi.org/10.1038/s41577-021-00592-1>
- 91 - Huijbers, P.M.C., Blaak, H., de Jong, M.C.M., et al. 2015. Role of the environment in the transmission of antimicrobial resistance to humans: a review. *Environmental Science & Technology* 49: 11993-12004. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b02566>
- 92 - Holmes, A.H., Moore, L.S.P., Sundsfjord, A., et al. 2016. Understanding the mechanisms and drivers of antimicrobial resistance. *The Lancet* 387: 176-187. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00473-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00473-0)
- 93 - Van Boeckel, T.P., Pires, J., Silvester, R., et al. 2019. Global trends in antimicrobial resistance in animals in low- and middle-income countries. *Science* 365(6459): eaaw1944. <https://doi.org/10.1126/science.aaw1944>
- 94 - McEwen, S.A., Collignon, P.J. 2018. Antimicrobial Resistance: a One Health Perspective. *Microbiology Spectrum* 6(2): ARBA-0009-2017. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.ARBA-0009-2017>
- 95 - Ruiz-Castillo, P., Rist, C., Rabinovich, R, et al. 2022. Insecticide-treated livestock: a potential One Health approach to malaria control in Africa. *Trends in Parasitology* 38: 112-123. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2021.09.006>
- 96 - Winskill, P., Harrison, W.E., French, M.D., et al. 2017. Assessing the impact of intervention strategies against *Taenia solium* cysticercosis using the EPICYST transmission model. *Parasites & Vectors* 10:73. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-1988-9>



- 
- 97 - Asaolu, S.O., Ofoezie, I.E. 2003. The role of health education and sanitation in the control of helminth infections. *Acta Tropica* 86: 283-294. [https://doi.org/10.1016/s0001-706x\(03\)00060-3](https://doi.org/10.1016/s0001-706x(03)00060-3)
- 98 - Barreto, M.L., Genser, B., Strina, A., et al. 2010. Impact of a citywide sanitation program in Northeast Brazil on intestinal parasites infection in young children. *Environmental Health Perspectives* 118: 1637-1642. <https://doi.org/10.1289/ehp.1002058>