

# Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais: Monitoramento Ambiental na Prevenção de Futuras Pandemias

Jairo Lizandro Schmitt<sup>1</sup>, Cristian Yan Montana da Rocha<sup>2</sup>, Josiclêda Domiciano Galvncio<sup>3</sup>, Jarcilene Silva Almeida<sup>4</sup>

## RESUMO

Este artigo apresenta uma análise sobre a interdisciplinaridade em Ciências Ambientais, com o foco na prevenção de futuras pandemias. Também discutimos sobre grandes crises sanitárias e humanitárias da história e suas relações com o ambiente. A pesquisa realizada foi de caráter descritivo e exploratório e buscou na literatura subsídios para discutir e refletir sobre a tríade ser humano, pandemia e ambiente. Considerando a relação dinâmica entre o ser humano e o ambiente, destacamos que por meio de um diálogo interdisciplinar, entre atores pertencentes às ciências exatas, biológicas, sociais e humanas, podem ser propostas ações mais efetivas para alcançarmos um Planeta mais sustentável no futuro. Dentre os diferentes caminhos encontrados, propomos a ferramenta de monitoramento ambiental para observar, conhecer, inferir e investigar sobre desafios de saúde pública, com especial atenção à prevenção de epidemias e pandemias.

**Palavras-chave:** ambiente; doenças; epidemias; saúde.

<sup>1</sup> Doutor em Botânica (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Professor e pesquisador no Programa de Pós-Graduação em Análise de Sistemas Ambientais do Centro Universitário Cesmac (AL) e no Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale (RS) ORCID: 0000-0001-9867-9645; e-mail: jairocbrs@gmail.com

<sup>2</sup> Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Oceanologia da Universidade Federal do Rio Grande. ORCID 0000-0002-1538-3839. E-mail: cristianyan@gmail.com

<sup>3</sup> Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professora do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). ORCID: 0000-0001-7367-6587; e-mail: osicleda.galvncio@ufpe.br

<sup>4</sup> Doutora em Biologia (Ecologia) pela Université de Sherbrooke (Canadá). Professora do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). ORCID: 0000-0002-7118-7090; e-mail: jarcilene.almeida@ufpe.br

No decorrer da história da humanidade o método científico, assim como as ferramentas metodológicas utilizadas no processo de busca de conhecimento e de seu aperfeiçoamento continuam em constante evolução. Nesse sentido, o estudo interdisciplinar se configura cada vez mais como um método promissor, sendo mais aceito e aplicado pela comunidade científica nas últimas décadas. O dicionário Houaiss da língua portuguesa<sup>5</sup> define a interdisciplinaridade como propriedade de ser interdisciplinar. Interdisciplinar evidencia o que estabelece relações entre duas ou mais disciplinas ou ramos do conhecimento; que é comum a duas ou mais disciplinas. Na percepção de Bicudo<sup>6</sup> a interdisciplinaridade é um modo de proceder, de pesquisar. Não é uma ontologia e também não é uma epistemologia, mas repousa sobre concepções ontológicas e epistemológicas específicas, sendo originalmente pautada na lógica da disciplina e opera de maneira a interconectá-las.

No final do século XIX, as ciências haviam se compartmentado em várias disciplinas e a busca pela interação destas surgiu fortemente no sentido de criar um diálogo entre elas. A interdisciplinaridade, portanto, tem o desafio de responder à ruptura do saber, institucionalizada pela ciência moderna, amparada pelo capital, pelo mundo do trabalho e pela cultura, sendo transmitida através do processo educativo<sup>7</sup>. Desta forma, atualmente a interdisciplinaridade é compreendida como um processo sofisticado no qual ocorre convergência de duas ou mais áreas do conhecimento, pertencentes a campos de saberes distintos, contribuindo para o avanço das fronteiras da ciência e da tecnologia, transferindo métodos de uma área para outra que regularmente gera novos conhecimentos, disciplinas e até mesmo áreas vigentes (e.g. bioengenharia). O método, então, surgiu no século XX como um esforço de superação da especialização da ciência e da fragmentação do saber em diversas áreas de estudo e de pesquisa.

De acordo com Leff:

A questão ambiental, com a sua complexidade, e a interdisciplinaridade emergem no último terço do século XX (finais dos anos 60 e começo da década de 70) como problemáticas contemporâneas, compartilhando o sintoma de

<sup>5</sup> Antônio Houaiss, "Dicionário da língua portuguesa", (Rio de Janeiro, Objetiva). 2001.

<sup>6</sup> Maria Aparecida Viggiani Bicudo. "A pesquisa interdisciplinar: uma possibilidade de construção do trabalho científico/acadêmico". (Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, 10). 2009.

<sup>7</sup> Isabel Brasil Pereira. "Interdisciplinaridade". (São Paulo: Fio Cruz). 2014.

uma crise de civilização, de uma crise que se manifesta pelo fracionamento do conhecimento e pela degradação do ambiente, marcados pelo logocentrismo da ciência moderna e pelo transbordamento da economização do mundo guiado pela racionalidade tecnológica e pelo livre mercado (p. 309)<sup>8</sup>.

Os problemas ambientais têm sido cada vez mais frequentes, intensos e complexos. O crescimento desta complexidade tem aumentado a necessidade de se interagir com diferentes áreas do saber e procurar soluções e/ou ações práticas e de sustentabilidade ambiental, social e econômica. A pandemia do COVID-19 é um exemplo da complexidade e intensidade de um problema de saúde pública que causou e está causando grande impacto social e econômico no mundo e que tem relação com outros desastres ambientais e práticas insustentáveis.

Entretanto, a ampliação da aplicação da interdisciplinaridade na ciência tem desenvolvido novas práticas de pesquisa. A área de Ciências Ambientais surge para realizar estudos interdisciplinares a partir de informações das ciências físico-biológicas (e.g. biologia, geologia, química) e das ciências sociais (economia, política, ética) para compreender o funcionamento do planeta Terra, como interagir com ele e lidar com questões ambientais<sup>9</sup>. Neste contexto, a prática da interdisciplinaridade em ciências ambientais é mais do que um pressuposto, é parte integrante da dinâmica que incorpora as demandas socioambientais e a perspectiva do desenvolvimento sustentável<sup>10</sup>. O pressuposto fundamental da interdisciplinaridade é o conhecimento disciplinar sólido, sem o qual não há como desenvolver tecnologias novas<sup>7</sup> ou solucionar problemas ambientais de grande magnitude.

A primeira etapa de uma pesquisa interdisciplinar é a definição de um objeto empírico comum híbrido, que ultrapasse uma confrontação especulativa de teorias e conceitos e que demande ser abordado por diferentes ângulos. Ele também deve ser coerente com os métodos e técnicas adotados por cada disciplina e que precisam ser ajustados quanto ao seu nível de observação, uma vez que podem ser distintos das demais<sup>8</sup>. Um problema tratado pode ser um espaço geográfico em comum, como uma

<sup>8</sup> Enrique Leff. "Complexidade, interdisciplinaridade e saber ambiental". Olhar de Professor. 14. 309-335. 10.5212/OlharProfr.v.14i2.0007. 2011.

<sup>9</sup> G. Tyler Miller Jr. "Ciência ambiental". (São Paulo: Thomson Learning). 2007.

<sup>10</sup> Maria do Carmo M. Sobral, Carlos Alberto C. Sampaio, Valdir Fernandes, Arlindo Phillip Jr. "Práticas Interdisciplinares em ciências ambientais". IN: Arlindo Phillip Jr., Valdir Fernandes. "A prática da interdisciplinaridade na pesquisa e no ensino de pós-graduação". (Barueri: Manole). 2014.

<sup>7</sup> Arlindo Philippi Jr., Valdir Fernandes. "Ciência e tecnologia à luz da interdisciplinaridade". Ciência, inovação e ética. Tecendo Redes e Conexões para a Sustentabilidade. 189p. 2021.

<sup>8</sup> Magda Zanoni, Claude Raynaut. "Reflexões sobre princípios de uma prática interdisciplinar na pesquisa e no ensino superior". In: Arlindo Philippi Jr.; Antônio J. Silva Neto (ed.). Interdisciplinaridade em Ciência, Tecnologia & Inovação. Baruaeri, SP: Manole, 2011.

bacia hidrográfica onde se estudam, por exemplo, as causas e consequências dos diferentes impactos antropogênicos ou os desequilíbrios ambientais e a prevalência de doenças. Considerando que a interdisciplinaridade será frágil e superficial se a diversidade de perspectivas ficar velada e não ocorrer a convergência entre as disciplinas<sup>7</sup>, definido o objeto é, indispensável, a elaboração de uma problemática coletiva. Ela consiste em perguntas a serem respondidas na pesquisa e na elaboração de hipóteses que serão testadas. O grande diferencial é que na pesquisa interdisciplinar a questão problema deve permitir a contribuição de todas as disciplinas envolvidas e a aplicação de ferramentas de diferentes especialidades, articulando-se em volta de um conceito integrador<sup>8</sup>.

A saúde pública é um exemplo de uma área essencialmente interdisciplinar, que envolve várias áreas do conhecimento e ultrapassa barreiras temporais e espaciais<sup>7</sup>. Nessa área, pesquisas envolvendo zoonoses, que são doenças transmitidas pelos animais aos seres humanos estão inseridas no contexto interdisciplinar. Uma equipe de pessoas que escolhesse esta temática iria necessitar de epidemiologistas, zoólogos, veterinários, biomédicos, biólogos, geógrafos, antropólogos entre outros, considerando que a *One Health* é reconhecida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) pela interdependência das saúdes humana, animal e ambiental. A preocupação quanto às doenças zoonóticas historicamente vem sendo pauta mundial, mas atualmente ganhou força total com a pandemia provocada pelo COVID-19. No entanto, por exemplo, a colaboração entre médicos epidemiologistas e antropólogos para entender a disseminação desenfreada do SARS-Cov, em diferentes continentes, ficará muito mais difícil se os primeiros se focarem apenas nos comportamentos individuais dos sujeitos e, os segundos, considerarem unicamente os sistemas sociais e culturais.

No final da Idade Média, por meio de ciclos de viagens de circunavegação, o ser humano passou a atuar mais fortemente como um fator biogeográfico<sup>9</sup>. Segundo Brito<sup>10</sup>, nas viagens marítimas entre a Europa e as Américas, foram transportados, silenciosamente, diversos agentes biológicos. A gripe, a varicela, a varíola, o sarampo e

<sup>9</sup> Fernando Dias de Avila-Pires. "Princípios de ecologia médica". (Editora da UFSC, 2ª Ed.). 328 p. 2000.

<sup>10</sup> Cristina Brito. "Quando não há longe nem distância. Há o contágio." *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC)* revista de la Solcha. 10. 1-10. 10.32991/2237-2717.2020v10iEd.Sup.1.p1-10. 2020.

a malária foram doenças introduzidas pelos europeus a estes territórios, dizimando centenas, milhares de pessoas das populações locais. Em contrapartida, o contato com os ameríndios levou a sífilis para a população europeia. Espécies endêmicas foram amplamente disseminadas, parasitoses locais ou regionais passaram a se manifestar como epidemias e pandemias. Adicionalmente, o processo da revolução industrial no século XVIII causou grandes problemas sanitários para a classe operária dos Estados Unidos e da Europa<sup>9</sup>. No decorrer dos séculos, a parcela da população humana mundial concentrada na zona urbana aumentou vertiginosamente de 3% em 1800, para 29% em 1950 e atingiu 45%, em 1995. Historicamente, sabe-se que as grandes concentrações urbanas representam focos de infecção, nas quais o contágio é potencializado pela falta de conhecimento, pela promiscuidade e precárias condições de higiene<sup>11</sup>. No Brasil, as áreas consideradas urbanas representam menos de 1% do território nacional (0,63%) e concentram 160 milhões de pessoas, ou seja, 84,3% da população brasileira, de acordo com o comunicado técnico de pesquisadores da EMBRAPA<sup>12</sup>.

Na obra intitulada “Ecologias Humanas”, que engloba diversas pesquisas contemporâneas nessa área, Lima<sup>13</sup> cita que “a urbanização planejada pode beneficiar significativamente a população humana. Ao contrário, sem planejamento urbano, fato comum no Brasil, os problemas socioambientais e sanitários se multiplicam e criam um cenário caótico, no qual a população fica susceptível e vulnerável à instalação de diferentes doenças (p. 227)”. Adicionalmente, Brito<sup>10</sup> enfatiza que a globalização e a velocidade vertiginosa dos deslocamentos humanos, atualmente, demonstram que não há distância intransponível entre nós, que vivemos em diferentes partes do planeta. A história, no que diz respeito às doenças transmissíveis e de impacto global, também nos conta que há sempre a iminência de contágio.

---

<sup>11</sup> Joel E. Cohen. “Population growth and earth's human carrying capacity”. Science. Jul 21; 269(5222): 341-6. doi: 10.1126/science.7618100. 1995.

<sup>12</sup> André Rodrigo Farias, Rafael Mingoti, Laura B Valle, Cláudio A. Spadotto, Elio L. Filho. “Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil Gestão Territorial”. (Campinas, 5 p. Comunicado Técnico). Embrapa. 2017.

<sup>13</sup> Artur Dias Lima. “Ecologia Médica: Conceitos e Aplicabilidades”. p. 227. IN: Juracy Marques (org.). “Ecologias Humanas”: (Feira de Santana, BA: Editora UEFS). 462p. 2014.

<sup>14</sup> MEC - Ministério da Educação. “Área 49 Ciências Ambientais”. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Diretoria de Avaliação (DAV). 2019.

Em síntese, pode-se afirmar que a pesquisa interdisciplinar nas Ciências Ambientais é um processo do ser humano enquanto espécie que se desenvolve e se situa dentro do seu habitat, no decorrer do tempo. Considerando tudo que as sociedades humanas têm acumulado, enquanto conhecimento, tornando-se civilização e cada vez mais, aperfeiçoando-se por meio da aquisição de conhecimentos científicos, chega-se na compreensão do papel e da importância do processo da interdisciplinaridade. Reconhece-se o quanto que este processo se caracteriza por movimentar pesquisadores que somam e trocam saberes e envolver os sujeitos inseridos no contexto histórico-social.

O surgimento das Ciências Ambientais no Brasil, em contexto de produção científica, é muito recente, tanto que a sua breve história completou uma década de institucionalização em 2021, enquanto uma dentre as 49 áreas da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), instituição responsável pelo acompanhamento e avaliação dos cursos de pós-graduação *stricto sensu* brasileiros. Em 2011, a Área de Ciências Ambientais foi criada (Portaria 81 de 6 de junho de 2011), em decorrência da experiência de Programas da Área Interdisciplinar (CAInter), sobretudo da Câmara de Meio Ambiente e Agrárias, a partir da necessidade de abordar os desafios ambientais, considerando a interação entre sistemas antrópicos e naturais, que emergem no mundo contemporâneo. Inicialmente, essa área foi constituída por 57 programas de pós-graduação relacionados à temática do meio ambiente, existentes na CAInter. Desta forma, ela já nasce com um histórico pretérito no desenvolvimento de pesquisa, considerando que a sua área de origem já havia completado 10 anos de existência, em 2010. No âmbito da CAPES, o surgimento da CACiAmb constituiu parte do processo de institucionalização da questão ambiental na sociedade como um todo<sup>14</sup>.

No mundo, diversas questões são extremamente complexas e não podem ser tratadas, resolvidas ou pesquisadas por qualquer disciplina única, sendo inerentes à abordagem interdisciplinar e requerendo uma visão contemporânea, multifacetada e integrada<sup>15</sup>. A pesquisa interdisciplinar tem se tornado cada vez mais central para o interesse acadêmico tanto quanto para políticas governamentais científicas. Em 2019, um estudo estabeleceu que um aumento de uma disciplina em um número efetivo de

disciplinas esteve associado a um crescimento de aproximadamente 20% no impacto da pesquisa<sup>16</sup>. Ainda é escasso esse tipo de evidência, porém ela suporta cientificamente a ideia de que quanto mais alto o nível de interdisciplinariedade maior será o impacto da pesquisa.

## HISTORIANDO SOBRE ALGUMAS PANDEMIAS E SUAS CURIOSIDADES

O cenário que vivemos na atualidade com o COVID-19 é similar ao que ocorreu em outros momentos da história da humanidade, no qual doenças atingiram o mundo inteiro e causaram danos, por meio de grandes epidemias e pandemias que marcaram muitos períodos, dizimando diferentes povos. Contudo, há diferenças conceituais de epidemia e pandemia, visto que a primeira se refere a doenças que se disseminam limitadamente por certas regiões geográficas e o segundo termo é utilizado quando determinada doença se alastra abertamente e em grande escala, atravessando continentes. Uma das primeiras grandes pandemias de que se há conhecimento, provavelmente foi a da Peste Bubônica, popularmente chamada como Peste Negra, que assolou vertiginosamente a Europa e as regiões próximas da Ásia, em meados do século XIV, matando no continente europeu até 60% da população<sup>17</sup>. Logo, o avanço científico trouxe a possibilidade de reconhecer as doenças infecciosas que afetam a humanidade há milhares de anos, sendo provável que grandes epidemias tenham atingido o Egito mais de mil anos antes da Era Comum (E.C), pois relatos mostram que os impérios Grego e Romano também sofreram com moléstias contagiosas<sup>18</sup>.

A Peste Bubônica causada por uma bactéria zoonótica, denominada cientificamente de *Yersinia pestis* era transmitida por meio de pulgas que infestavam principalmente os ratos, mas que se alimentavam de sangue humano em meio às péssimas condições de saneamento urbano<sup>19</sup>. Na época os judeus, estrangeiros, ciganos, andarilhos e leprosos foram apontados como culpados, com comunidades inteiras dizimadas, revelando grande irracionalidade dos formadores de opinião

<sup>15</sup> Heidi Ledford. "How to solve the world's biggest problems". Nature 525, 308–311. <https://doi.org/10.1038/525308a>. 2015.

<sup>16</sup> Keisuke Okamura. "Interdisciplinarity revisited: evidence for research impact and dynamism". Palgrave Commun 5, 141. <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0352-4>. 2019.

<sup>17</sup> Ole Jørgen Benedictow, "The Black Death, 1346-1353: The Complete History" (Boydell and Brewer, Woodbridge, UK, and Rochester, N.Y.). 2004.

<sup>18</sup> Steven M. Opal. "A brief history of microbiology and immunology". Vaccines. Biography. (Nov):31-56. doi:10.1007/978-1-4419-1108-7\_3. 2009.

<sup>19</sup> World Health Organization. "Plague fact sheets". [S.l.: s.n.] Available in: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/plague>. 2017a.

medievais. Análises atuais de DNA bacteriano, coletados de restos humanos de 10 sítios arqueológicos da Europa estão chegando a uma conclusão totalmente diferente, comprovando que a Peste Bubônica causada supostamente pela bactéria *Y. pestis* foi transmitida pelas conhecidas pulgas e piolhos humanos no próprio continente europeu<sup>20</sup>.

A civilização vivenciou também o poder avassalador da varíola que matou milhões de pessoas. A doença teve seu surgimento na Índia e foi descrita na Ásia e na África desde antes do surgimento do Cristianismo<sup>21</sup>. Até o final do século XVIII, a varíola constituía verdadeiro flagelo humano, matando ou desfigurando a face dos sobreviventes com cicatrizes permanentes e perda de visão. Calcula-se que neste período, somente na Europa, houveram 60 milhões de vítimas de varíola<sup>22</sup>. O vírus *Orthopoxvirus variolae* era transmitido de pessoa para pessoa por meio das vias respiratórias, de forma semelhante ao SARS-CoV-2. Schatzmayr<sup>23</sup> em seu artigo publicado no início do século XXI afirma que “o único reservatório conhecido de varíola é o próprio ser humano, e a maneira mais comum de transmissão da doença é a passagem do vírus por contato muito próximo, através de gotículas de saliva e secreções respiratórias contendo o agente (p. 1527)”.

No território brasileiro, a varíola foi disseminada pelos colonizadores portugueses, vinda tanto da Europa como da África. O primeiro surto de varíola ocorreu em 1563, iniciando-se no estado da Bahia e causando cerca de 30 mil mortes, principalmente entre os indígenas<sup>24</sup>. Mas, uma arma bem-sucedida contra a varíola surgiu, no apagar das luzes do século XVIII, com os estudos de Edward Jenner, médico inglês<sup>25</sup>. Em 1796, ele percebeu que pessoas que ordenhavam vacas não contraíam a varíola, desde que tivessem sido infectados pelo vírus que causava varíola nas vacas.

---

<sup>20</sup> Ole Jørgen Benedictow. “Epidemiology of Plague: Problems with the Use of Mathematical Epidemiological Models in Plague Research and the Question of Transmission by Human Fleas and Lice”. *Can J Infect Dis Med Microbiol*. 2019; Maria A. Spyrou, Marcel Keller, Rezeda I. Tukhbatova, et al. “Phylogeography of the second plague pandemic revealed through analysis of historical *Yersinia pestis* genomes.” (*Nat Commun* 10, 4470). 2019.

<sup>21</sup> William H. McNeill. “Plagues and People”. (New York: Doubleday). 1976.

<sup>22</sup> Joffre Marcondes Rezende. “À sombra do plátano: crônicas de história da medicina” [online]. (São Paulo: Editora Unifesp). “Varíola: uma doença extinta”. pp. 227-230. ISBN 978-85-61673-63-5. 2009.

<sup>23</sup> Hermann G. Schatzmayr. “A varíola, uma antiga inimiga”. *Cadernos de Saúde Pública*, 17(6), 1525-1530. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2001000600024>. 2001.

<sup>24</sup> Lycurgo de Castro Santos Filho. “Alguns aspectos da história da medicina brasileira”. In: Machado, M.H., org. “Profissões de saúde: uma abordagem sociológica” [online]. (Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ). p. 91-96. 1995.

<sup>25</sup> Clarissa R. Damaso. “Revisiting Jenner’s mysteries, the role of the Beaugency lymph in the evolutionary path of ancient smallpox vaccines”. *The Lancet. Infectious Diseases*, 18(2), e55-e63. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(17\)30445-0](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30445-0). 2018.

Então, Jenner extraiu o pus da mão de uma ordenhadora que tinha a varíola bovina e inoculou em um menino saudável. Este ao ser inoculado contraiu a doença de forma branda e se curou. Posteriormente, Jenner inoculou o líquido de uma pústula de varíola humana que ele nem imaginava conter um vírus, no mesmo menino. A criança não contraiu a doença, o que significava que estava imune à varíola e que em verdade, já era a descoberta da vacina<sup>26</sup>. Felizmente, a varíola foi erradicada do planeta em 1980, após campanha de vacinação em massa, com um esforço global de 10 anos, liderado pela Organização Mundial da Saúde, que envolveu milhares de profissionais de saúde, em todo o mundo, para administrar meio bilhão de vacinas<sup>27</sup>.

Desde a Antiguidade, a cólera só era conhecida na Índia, mas a partir de 1817 a doença se espalhou para fora de sua zona endêmica, em razão das manobras militares e das novas rotas comerciais inglesas. Naquele ano, iniciava-se rigorosamente a primeira pandemia generalizada do mundo moderno<sup>28</sup>. O vibrião colérico atingiu a Europa, a partir do fundo do Golfo de Bengala para sudoeste, após infectar o exército britânico. Seguiu seu trajeto em direção à Indonésia e à Indochina, e daí para o norte, chegando à China e no Japão, em 1822<sup>21</sup>.

Em 1830, a segunda pandemia começou, novamente a partir de Bengala e a doença refez seu trajeto, em direção ao sul desta região, com as campanhas militares projetando o vibrião para a Polônia. O transporte marítimo pelo Mar Báltico e do Norte foi responsável pela invasão do bacilo, no território inglês. Em 1832, alastrou-se para a Irlanda, de onde as correntes migratórias da população rumo à América do Norte lograram realizar também a emigração do bacilo. No mesmo ano, o surto se estendeu do Canadá para os Estados Unidos e adiante prosseguiu sua rota do Sul, atingindo o México, em 1833. Por fim, generalizara-se para todo o mundo e a década de 1830 marcou a globalização da pandemia da cólera<sup>29</sup>.

Em meados do século XIX, a cólera invadiu o Brasil pela região Norte e Nordeste, aportando em Belém (Pará) e Recife (Pernambuco). Anteriormente à

---

<sup>26</sup> Arthur Boylston. "The origins of vaccination: myths and reality". *Journal of the Royal Society of Medicine*. 106(9):351-354. doi: 10.1177/0141076813499292. 2013.

<sup>27</sup> Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). "Erradicação da varíola: um legado de esperança para COVID-19 e outras doenças". 8 de maio. (Brasília, D.F.). 2020.

<sup>28</sup> Luiz Antonio de Castro Santos. "Um século de cólera: itinerário do medo". (*Physis: Revista de Saúde Coletiva*, 4(1), 79-110). 1994.

<sup>29</sup> Luciana dos Santos. "Um imenso campo mórbido: controvérsias médico-científicas sobre a epidemia de cólera-morbo de 1855". *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v.23, n.2, abr.-jun, p.341-357. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702016000200003>. 2016.

chegada da doença ao país, viajantes e naturalistas consideravam que as características naturais representavam em si uma proteção contra a entrada da epidemia. Cidades brasileiras estariam livres das principais doenças que atingiam a Europa, tais como a peste e a cólera, devido às condições salubres proporcionadas pela diversidade natural, formada pela existência de rios, mar e ventos que mantinham o equilíbrio ambiental e permitiam a boa circulação do ar atmosférico e das águas. No entanto, o vice-presidente da Sociedade de Medicina de Pernambuco, José Eustáquio Gomes, destacava o perigo que o adensamento populacional e o crescimento urbano desordenado representavam e que, ao longo do tempo, o ímpeto humano de dominar o território poderia quebrar as desejadas e necessárias condições de salubridade. Recife já apresentava manguezais com lixos amontoados, construções mal ventiladas e iluminadas, esgoto e todo tipo de matéria orgânica a céu aberto em estado de putrefação, abrindo as porteiras para a disseminação de doenças. Infelizmente, passadas as primeiras décadas do século XIX, a cidade que possuía qualidade ambiental favorável à saúde, iniciou um processo sério de inversão do cenário salubre<sup>29</sup>.

Mesmo na atualidade, o *Vibrio cholerae* transmitido pela água ou alimentos contaminados com fezes, pode acarretar novos surtos em qualquer parte do mundo. O risco maior é onde o fornecimento de água, o saneamento básico, a segurança alimentar e a higiene são inadequados como em comunidades superpovoadas e em campos de refugiados caracterizados por insalubridade, falta de água potável e aumento de transmissão de pessoa a pessoa. Como o período de incubação é muito curto, de 2 horas a cinco dias, o número de casos pode aumentar de maneira extremamente rápida<sup>30</sup>.

Seguidamente, o cenário mundial mais assustador e devastador ainda estava por vir, pois em 1918, quando se davam as últimas operações da Primeira Guerra Mundial surgiu um grande surto da Gripe Espanhola no Velho Mundo. Embora não se conheça a proveniência da doença, o grande número de óbitos que causou na Espanha fez com que ela ficasse conhecida por tal nome<sup>31</sup>. Em questão de semanas, a

---

<sup>30</sup> Organização Mundial da Saúde (OMS). "Surto de Cólera: Avaliar a resposta a um surto e melhorar a preparação". WHO/CDS/CPE/ZFK/2004. 2006.

doença se alastrou pelos Estados Unidos e com soldados americanos viajou para a Europa, ganhando o mundo em oito meses, matando entre 50 e 100 milhões de pessoas, no período de 1918 a 1920, tornando-se a maior pandemia da história<sup>32</sup>. As precárias condições sanitárias das frentes de batalha favoreceram a ampliação inicial da nova crise sanitária que tomou proporções mundiais<sup>33</sup>.

O surto da doença, em verdade, iniciou em solo americano e o porquê da negação da origem da gripe ainda paira sobre a sociedade, pois ao contrário da Espanha, muitos países buscavam amenizar o impacto do mal reinante sobre suas sociedades<sup>34</sup>. No entanto, antes do término de 1918, poucas pessoas ainda acreditavam em sua suposta origem espanhola<sup>31</sup>. No entanto, manter a gripe em segredo contribuiu para ela se disseminar ainda mais rapidamente porque a população desconhecia o que de fato estava acontecendo e ficou à deriva de medidas de saúde pública, pois entre as características reconhecidas da moléstia estavam seu extremo contágio, difusibilidade e seu caráter proteiforme, dificultando a percepção e a identificação dos primeiros casos e fazia supor a ineficácia de qualquer medida preventiva. No entanto, a familiaridade e a frequente benignidade de suas manifestações justificavam a ausência de maiores preocupações em relação à doença<sup>35</sup>.

No mesmo ano, o surto de gripe surgiu no Brasil, deixando um rastro de mortes, até então desconhecido nas principais áreas urbanas. Diante da inércia do governo brasileiro e das autoridades sanitárias, a medicina caseira com seus chás, emplastros, bebidas preparadas e receitas milagrosas, ganhou força e passou a ser especulada comercialmente, sendo encarada como uma alternativa para a gripe assassina<sup>31</sup>. O vírus causador da pandemia é a conhecida influenza H1N1. Na gripe espanhola, há indícios de que o vírus, cujo reservatório era aves migratórias, teria infectado uma criação de porcos no Kansas, Estados Unidos, de onde foi parar em um

---

<sup>31</sup> Luiz Antonio Teixeira. "Medo e morte: Sobre a epidemia de gripe espanhola de 1918". (Rio de Janeiro: UERJ/Instituto de Medicina Social). 32p. Série Estudos em Saúde Coletiva. n.º 59. 1993.

<sup>32</sup> Adriana da Costa Goulart. "Revisitando a espanhola: a gripe pandêmica de 1918 no Rio de Janeiro". História, Ciências, Saúde – Manguinhos, v. 12, n. 1, p. 101-42, jan.-abr. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702005000100006>. 2005.

<sup>33</sup> Fernando Spilki. "Pandemias: passado, presente e o provável futuro". Revista Textual. V. 1, n. 28. Setembro – Porto Alegre: Sinpro/RS. p. 29-37. 2020.

<sup>34</sup> Beatriz Echeverri D'Avila. "La gripe española: la epidemia de 1918-1919". (Madri, Siglo XXI). 1993.

<sup>35</sup> Anny Jackeline Torres Silveira. "A medicina e a influenza espanhola de 1918". Tempo, 10(19), 91-105. <https://doi.org/10.1590/S1413-77042005000200007>. 2005.

soldado americano. Atualmente, a ciência sabe que a influenza infecta porcos, tal como o vírus da gripe humana. Dessa forma, vírus de aves e de humanos podem se encontrar e recombinar nas células do suíno, gerando uma nova prole viral transmissível para os seres humanos e entre eles<sup>34</sup>.

A gripe de 1918 ressurgiu, de tempos em tempos, pela introdução de novos vírus influenza em seres humanos. Em 120 anos foram registrados seis grandes eventos de influenza humana e muito se evoluiu em relação a essa doença zoonótica (doença que pode ser transmitida ao ser humano por animais), ao longo desse período. Foram adotadas novas técnicas para diagnóstico, temos maior conhecimento das características virais, ferramentas epidemiológicas mais ágeis para estudo da distribuição da doença e previsão de cenários, campanhas de vacinação, além do reconhecimento de sua importância econômica, política e social<sup>36</sup>.

A pandemia de influenza mais recente, de 2009, foi causada por um vírus que circulava, preteritamente, em animais na década de 90 e que parece ter passado despercebido. As evidências são de que o primeiro surto humano ocorreu no México. Entretanto, nenhum vírus suíno relacionado foi detectado em território mexicano ou em qualquer local das Américas. Os vírus ancestrais mais estreitamente relacionados com a influenza foram identificados em suínos da Ásia. Esta descoberta destaca como a pandemia surgiu de uma região não considerada de risco, devido a um aumento da diversidade do vírus em porcos, resultante do transporte à longa distância, em escala comercial, de suínos vivos<sup>37</sup>.

No cenário atual, a pandemia do *Coronavirus disease 19: COVID-19* ainda é um desafio eminente para toda sociedade. No mundo inteiro, até a primeira quinzena de novembro de 2021, totalizaram-se 250.715.502 casos confirmados, incluindo 5.062.106 mortes. No território brasileiro, registra-se neste mesmo período 21.886.007 casos confirmados e 609.573 óbitos. E em escala global um total de 7.084.922.999 doses de vacinas foi administrado<sup>38</sup>. Portanto, um estudo exploratório relacionado à produção científica sobre COVID-19 cita que:

---

<sup>36</sup> Ligia Maria Cantarino da Costa, Edgar Merchan-Hamann. "Pandemias de influenza e a estrutura sanitária brasileira: breve histórico e caracterização dos cenários". Rev Pan-Amaz Saude, Ananindeua, v. 7, n. 1, p. 11-25. <http://dx.doi.org/10.5123/s2176-62232016000100002>. mar. 2016.

Um fator importante relacionado à pandemia de Covid-19 foi a necessidade de validação científica rápida para quaisquer vacinas e tratamentos médicos. Nunca foram tão urgentes e tão eficientes a publicação e a validação de artigos científicos por profissionais especializados e comitês de instituições como a Organização Mundial da Saúde (OMS), a Food and Drug Administration (FDA), dos Estados Unidos, e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), do Brasil, entre muitas outras. A submissão de artigos e a validação de testes clínicos por essas instituições não apenas mostraram alto valor acadêmico, como também foram cruciais para salvar milhares de vidas (p. 14)<sup>39</sup>.

No presente momento histórico do século XXI, a produção científica realizada na pandemia de COVID-19 é essencial para a compreensão, não somente as publicações da área da saúde como também, em grande medida, os trabalhos do campo da informação, pois como visto, a complexidade da pandemia cria dilemas de saúde, econômico-sociais e principalmente, informacionais<sup>39</sup>. Desta forma, com o agravamento da situação pandêmica, além da busca de superação da mesma, a população e os governos mundiais tiveram que lidar amplamente com o surgimento de informações falsas e grande repercussão de falas provindas de negadores científicos e de seus apoiadores. Porém a inesperada aparição da pandemia também estimulou a proliferação de debates inovadores e instigantes<sup>40</sup> que entre o esforço da comunidade científica para manter a disseminação do vírus sobre controle, trouxe questionamentos importantes para o futuro do Planeta, tornando-se um marco revolucionário na história da humanidade moderna.

Segundo Medeiros<sup>41</sup>, o SARS-CoV-2 é altamente transmissível por gotículas e contato, principalmente em locais fechados e ambientes hospitalares. A infecção pelo novo Coronavírus é transmitida para outras pessoas, dependendo das condições ambientais e o vírus pode permanecer no ambiente por horas a dias dependendo da superfície, sendo inativado com facilidade com germicidas utilizados no ambiente hospitalar, incluindo o álcool a 70% e o hipoclorito de sódio. Portanto, é fundamental a higienização do ambiente. Um fator importante na transmissibilidade do COVID-19 é a alta carga viral no trato respiratório superior mesmo entre pacientes pré-

<sup>37</sup> Ignacio Mena, Martha I. Nelson, Francisco Quezada-Monroy, Jayeeta Dutta, Refugio Cortes-Fernández et al. "Origins of the 2009 H1N1 influenza pandemic in swine in Mexico". *ELife*, 5. <https://doi.org/10.7554/eLife.16777>. 2016.

<sup>38</sup> World Health Organization. "WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard". 10 nov. Available in: <https://covid19.who.int>. 2021.

<sup>39</sup> Gustavo Henrique de Araújo Freire, Hugo Suzart-Pinto and Rafael Garcia Assunção. "Scientific Production On Covid-19: Exploratory Study". *Environmental Smoke* 4 (1):13-23. <https://doi.org/10.32435/envsmoke.20214113-23>. 2021.

<sup>40</sup> Sandra Caponi. "Covid-19 no Brasil: Entre o negacionismo e a razão neoliberal". *Estudos Avançados*. 34. 209-224. 10.1590/s0103-4014.2020.3499.013. 2020.

<sup>41</sup> Eduardo Alexandrino Servolo Medeiros. "A luta dos profissionais de saúde no enfrentamento da COVID-19". *Acta Paul Enferm*. 33:e-EDT20200003. <https://doi.org/10.37689/acta-ape/2020EDT0003>. 2020.

sintomáticos. Em muitos indivíduos, particularmente idosos, o diagnóstico da infecção baseada em sintomas inicialmente atribuídos ao vírus é mais difícil, pois muitos não apresentam febre, mas tosse crônica por outras patologias ou apresentam dispneia aos esforços por insuficiência cardíaca prévia.

No Brasil, a COVID-19 também mostra a face da desigualdade social, pois se estima que o risco de morrer pela infecção possa ser até 10 vezes maior entre indivíduos residentes de bairros mais vulneráveis e que afrodescendentes possuem 62% a mais de chance em serem vítimas do vírus<sup>42</sup>. Esses efeitos impactam toda a população pela degradação da estrutura pública, mas de forma mais severa os menos favorecidos e pode ser uma explicação plausível de porque o aumento nas taxas de incidência e mortalidade no período avaliado foram maiores em estados mais desiguais e menores ou quase estáveis em estados menos desiguais socioeconomicamente<sup>43</sup>.

Deste modo, caracteristicamente distante de um caminho simples, as pandemias passadas e atuais se tratam de um desafio gigantesco que a sociedade enfrentou, enfrenta e possivelmente enfrentará em outros momentos, caso não haja algum tipo de controle ou prevenção de novas infecções globais. A rápida disseminação continental do novo Coronavírus com seu potencial catastrófico fragiliza os sistemas de saúde e as sociedades. Enfrentar essa problemática exige comportamentos e atitudes cooperativas, responsáveis e altruístas, compartilhando recursos e conhecimento em busca de uma solução.

A população mundial se encontra totalmente vulnerável a desastres relacionados aos recursos naturais. A pandemia do COVID-19 se apresenta como um exemplo, pois o mundo inteiro tem sofrido impactos relacionados a ela, desde grandes potências da economia mundial a países em vulnerabilidade econômica. Assim, emerge mais um aspecto importante da interdisciplinaridade em Ciências Ambientais que é a necessidade de cooperação entre universidade, setor público, setor privado e

---

<sup>42</sup> Daniel Mello. "Risco de morrer por coronavírus varia até 10 vezes entre bairros de SP". [Internet]. Agência Brasil. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-05/risco-de-morrer-por-coronavirus-varia-ate-10-vezes-entre-bairros-de-sp>. 2020.

<sup>43</sup> Lauro Miranda Demenech, Samuel de Carvalho Dumith, Maria Eduarda Centena Duarte Vieira, Lucas Neiva-Silva. "Desigualdade econômica e risco de infecção e morte por COVID-19 no Brasil". Revista Brasileira de Epidemiologia [online]. v. 23, e200095. <https://doi.org/10.1590/1980-549720200095>. 2020.

sociedade civil. Essa cooperação passa a existir não apenas em nível institucional, local, regional, nacional, mas é urgente a união internacional em prol da sobrevivência humana no planeta. Aqui se destacam os problemas relacionados às mudanças climáticas que estão totalmente relacionados ao desenvolvimento sustentável e, ao contrário do que alguns gestores pregam, a preservação ambiental traz consigo grandes benefícios econômicos e sociais de interesse internacional. Saber conviver com o meio ambiente e compreender que o ser humano é uma parte importante deste meio se faz cada vez mais urgente e necessário. Para que isso ocorra, há necessidade de se conhecer as características desse meio e o monitoramento ambiental a curto, médio e longo prazo é a ferramenta adequada, poderosa e imprescindível para previsão de novas pandemias.

### **MONITORAMENTO AMBIENTAL: UM CAMINHO PARA PREVENÇÃO**

A valorização do monitoramento interdisciplinar e ambiental é um tema chave para minimizar os impactos das pandemias sobre a sociedade. O conceito de monitoramento tem sido definido na literatura como um processo de aquisição e uso da informação sobre fatos, eventos, tendências e relacionamentos recorrentes entre as variáveis do ambiente externo que afetam direta ou indiretamente o desempenho organizacional ao longo do tempo<sup>44</sup>. Este monitoramento ao permitir o acompanhamento e a análise de informações do ambiente externo, como mudanças econômicas, socioculturais, evidências tecnológicas ou tendência de acontecimentos, oferece a possibilidade de antecipar a solução de problemas e tomada de decisão estratégica relacionada a ações de avaliação, acompanhamento e controle, possibilitando a atuação proativa e o aprendizado sobre o âmbito considerado<sup>45</sup>.

Segundo Carmo, Penna e Oliveira<sup>46</sup>, a ocorrência de transformações impactantes a saúde pública dos países se verifica em nível global, associada ao fluxo intensificado de pessoas, mercadorias e comércio entre os países. Esses sinais que são

---

<sup>44</sup> Paulo Henrique Oliveira, Hélio Francisco da Conceição Ernesto João e Nácer Samuel Abílio Mondlane. "Contexto competitivo, monitoramento ambiental e tomada de decisão estratégica: o caso dos micro e pequenos varejos da região do Barro Preto em Belo Horizonte". *Ciência da Informação* [online]. V. 37, n. 2, pp. 110-121. <https://doi.org/10.1590/S0100-19652008000200009>. 2008.

<sup>45</sup> Jair Cunha Cardoso Filho, Rogério Henrique de Araújo Júnior. "Modelo de monitoramento ambiental sistemático para decisão em Políticas Públicas". *Biblios: Journal of Librarianship and Information Science*. 32. 10.5195/biblios.2015.220. 2015.

<sup>46</sup> Eduardo Hage Carmo, Gerson Penna, Wanderson Kleber de Oliveira. "Emergências de saúde pública: conceito, caracterização, preparação e resposta". *Estudos Avançados* [online]. V. 22, n. 64, pp. 19-32. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000300003>. 2008.

relatados por meio do registro e da percepção de mudanças consideráveis no padrão de ocorrência das doenças infecciosas ou no dinamismo de transmissões dos seus agentes estimulam uma intensa reflexão sobre este processo e os fatores que estão envolvidos. Portanto, concluem que:

Os sinais dessas mudanças têm sido evidenciados por meio de situações diversas, como o aparecimento de novos agentes infecciosos ou de modificações nos agentes já existentes, dotando-os de maior virulência e capacidade de gerar epidemias; aumento da capacidade de infectar animais; diferentes espécies de desenvolvimento de resistência antimicrobiana; aumento na incidência de doenças infecciosas decorrentes de fatores conhecidos (migrações, mudanças climáticas, relaxamento em medidas de saúde pública) ou mesmo de fatores desconhecidos; introdução de doenças infecciosas em áreas indenes (p. 19).

Desta forma, pode-se recorrer ao monitoramento ambiental para acompanhamento deste quadro que estatisticamente exigiria um estilo de monitoramento pautado em macro escala e assim buscar resultados para a indagação do que deve ser feito para prevenir uma próxima pandemia<sup>47</sup>. A caracterização de uma doença infecciosa emergente requer uma análise da ocorrência de forma contextualizada para cada população, território e tempo histórico, no qual ela incide. Portanto, uma melhor utilização conceitual considerará se a infecção e o seu surgimento ou aumento têm relevância epidemiológica para uma população ou território definido<sup>46</sup>.

Alguns países têm investido em pesquisas que utilizam o monitoramento ambiental para direcionar políticas públicas na pandemia, dentre os quais se destaca a Inglaterra, por meio da *UK Health Security Agency*, que é responsável pela proteção da saúde pública no Reino Unido. Eles têm monitorado fragmentos do vírus SARS-CoV-2 em amostras de águas residuais retirado de bueiros e áreas de tratamento de esgotos e demonstrado a importância da epidemiologia baseada em águas residuais para a proteção da saúde pública. O programa contribui em identificar onde o vírus está circulando, detecta picos de prevalência e presença de variantes. Os resultados são relatados aos tomadores de decisão e embasam estratégias de ação localizada<sup>48</sup>.

<sup>47</sup> Jarcilene Silva de Almeida. "Monitoramento Ambiental Interdisciplinar pode prever Pandemia?". Recife, PE. Brasil. UFPE. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA). 5 de agosto. 2020.

<sup>48</sup> Matthew J. Wade, Anna Lo Jacomo, Elena Armenise, Mathew R. Brown et al. "Understanding and managing uncertainty and variability for wastewater monitoring beyond the pandemic: Lessons learned from the United Kingdom national COVID-19 surveillance programmes". *Journal of Hazardous Materials*, Volume 424, Part B, 127456, ISSN 0304-3894. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127456>. 2021.

<sup>49</sup> BRASIL.IO. "Portal Geocovid". MapBiomias, Geodatin. 11 nov. Available in: <https://covid.mapbiomias.org/method-data>. 2021.

No Brasil, a chegada do novo Coronavírus trouxe grandes desafios para um país de dimensões continentais. Para combater a pandemia, o mapeamento e a compreensão de sua disseminação se tornou essencial. Por isso, pelo menos 13 instituições e 27 cientistas brasileiros se uniram e, combinando recursos tecnológicos, criaram o Portal Geocovid. O portal monitora e prevê a propagação do COVID-19, por meio dos recursos de inteligência de dados espaciais e modelagens numéricas no território brasileiro<sup>49</sup>.

Recentemente, Oliveira e colaboradores publicaram um artigo sobre a dinâmica da propagação de doenças usando modelos compartimentados, como SIR de três compartimentos (suscetível-infectado-recuperado). Atualmente, modelos que se baseiam nesses princípios crescem na literatura, inclusive estendendo o número de compartimentos para estudar outros aspectos-chave do COVID-19, incluindo o papel da transmissão assintomática, distanciamento social, necessidade de hospitalização, probabilidade de novos surtos, entre outros. A trajetória da epidemia pode ser caracterizada pelo número básico de reprodução ( $R_0 > 1$ ), que refletiu o crescimento exponencial dos casos no início da epidemia em Salvador, capital da Bahia, Brasil, assim como nos seus demais 416 municípios. Foi demonstrado que a redução da taxa de transmissão da doença, em decorrência de intervenções governamentais não farmacêuticas reduziu o número de casos, de internação e de mortalidade. Além disso, uma redução de 36% na taxa de transmissão nos dois meses desde que o primeiro caso foi confirmado na Bahia, parcialmente atribuída à adesão da população às recomendações de distanciamento social e ações convergentes tomadas pelas autoridades governamentais locais, em níveis municipal e estadual<sup>50</sup>. Esses modelos são instrumentos importantes para o controle da atual pandemia tanto quanto para a condução de políticas governamentais e de monitoramento ambiental.

Na esfera governamental brasileira foi desenvolvido um painel para ser o veículo oficial de comunicação e monitoramento da situação epidemiológica do COVID-19. De fevereiro de 2020 a novembro de 2021, a maior taxa de mortalidade pela doença foi na região centro-oeste (359,3 Mortalidade/100mil hab), seguido pelo sudeste (327,6 Mortalidade/100mil hab) e sul do país (320,1 Mortalidade/100mil hab). A região de menor taxa de mortalidade foi a nordeste do Brasil (207, 1

Mortalidade/100mil hab), segundo dados do Ministério da Saúde do Brasil<sup>51</sup>. Se compararmos como Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do país, região de menor IDH, inesperadamente, apresentou menor mortalidade. Esse resultado do Brasil pode ser visto em outros países no mundo, tal como na Itália onde o IDH apresentava correlação positiva com as taxas de infecção e morte por COVID-19, em maio de 2020<sup>52</sup>. Nestes casos, um dos pesquisadores que participou da pesquisa na Itália, destacou que o coletivismo constituiu a base cultural mais eficaz para reduzir as taxas de infecção e óbitos por COVID-19, baseado em uma autoridade centralizada forte, liderando uma população vigilante e comprometida com a segurança pública dos outros, com o planejamento, comunicação e aplicação de medidas de segurança pública eficazes<sup>53</sup>. Disponibilizar serviços como, por exemplo, vacinas para uma população que não adere à vacinação não tem a mesma eficiência quando comparado com regiões que há maior coletivismo, independentemente do IDH. Estes fatos sugerem que diferentes regiões brasileiras e do mundo, necessitam cada vez mais serem monitoradas em seus diferentes aspectos para que ações de políticas públicas sejam diferenciadas e mais assertivas em diferentes contextos geográficos.

Durante a pandemia do COVID-19, foram publicados diversos artigos e diretrizes, a maioria deles abordando questões importantes como a melhor forma de responder à atual crise de saúde pública ou como reduzir os impactos da mesma, tendo como exemplo o relatório “Prevenir a Próxima Pandemia: Doenças Zoonóticas e Como Quebrar a Cadeia de Transmissão” do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Para Inger Andersen<sup>54</sup>, diretora-executiva do programa, “compreender esses fatores é essencial para informar estratégias eficazes e respostas políticas para prevenir surtos futuros. Este relatório faz muitas recomendações, todas baseadas na abordagem *One Health* que reúne especialistas de várias disciplinas,

---

<sup>50</sup> Juliane F. Oliveira, Daniel C. P. Jorge, Rafael V. Veiga, Moreno S. Rodrigues, et al. “Mathematical modeling of COVID-19 in 14.8 million individuals in Bahia, Brazil”. *Nat Commun* 12, 333. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19798-3>. 2021.

<sup>51</sup> Ministério da Saúde. “Painel de casos de doença pelo coronavírus 2019 (COVID-19) no Brasil pelo Ministério da Saúde”. Secretarias Estaduais de Saúde. Brasil. <https://covid.saude.gov.br/>. 2021.

<sup>52</sup> Kai Liu, Mu He, Zian Zhuang, Daihai He, Huaichen Li. “Unexpected positive correlation between human development index and risk of infections and deaths of COVID-19 in Italy”. *One Health*, Volume 10, 100174, ISSN 2352-7714. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2020.100174>. 2020.

<sup>53</sup> James H. Liu. “Majority world successes and European and American failure to contain COVID-19: Cultural collectivism and global leadership”. *Asian J Soc Psychol*, 24: 23-29. <https://doi.org/10.1111/ajsp.12461>. 2021.

<sup>54</sup> United Nations Environment Programme. “PREVENTING THE NEXT PANDEMIC: Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission”. A Special Volume of UNEP’s *Frontiers Report Series*. ISBN No: 978-92-807-3792-9. Job No: DEW/2290/NA. 2020.

saúde pública, saúde animal, saúde vegetal e meio ambiente, para entregar resultados que melhorem a saúde das pessoas, da vida selvagem e do planeta (p. 4)”.

Em sua tese, Ellwanger<sup>55</sup> afirma que *One Health* é muito efetiva para o estudo e combate das doenças infecciosas, pois a emergência e a circulação de patógenos em populações humanas e animais se determina por complexas interações entre essas diferentes populações e por fatores ambientais que interferem também nelas. Apesar de não estarem diretamente evidenciados na tríade (animais não humanos, humanos e ambiente) da abordagem, os patógenos e suas características também são inevitavelmente levados em consideração quando as doenças infecciosas são abordadas dentro desta perspectiva.

Neste sentido, a ciência é bastante clara quando afirma que se continuarmos explorando a vida selvagem e destruindo os ecossistemas terrestres, o resultado nos próximos anos será de um fluxo constante de doenças transmitidas de animais para seres humanos. Ao fazer uma conexão com o que aborda o relatório citado, em 2007, um artigo científico publicado na *American Society for Microbiology* alertou que o consumo de animais exóticos se tornou uma espécie de bomba-relógio para a disseminação do SARS-CoV, pois o morcego-de-ferradura (*Rhinolophus* spp.) era um enorme reservatório desse tipo de vírus. Os pesquisadores chineses relatam em suas considerações que:

“Os coronavírus são bem conhecidos por sofrer recombinação genética, o que pode levar a novos genótipos e surtos. A presença de um grande reservatório de vírus semelhantes ao SARS-CoV em morcegos-de-ferradura, junto com a cultura de comer mamíferos exóticos no sul da China, é uma bomba-relógio. A possibilidade de ressurgimento da SARS e de outros novos vírus em animais ou laboratórios e, portanto, a necessidade de preparação não deve ser ignorada (p. 683)<sup>56</sup>”.

O relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) identificou dez ações práticas que os governos podem tomar para evitar surtos futuros e algumas delas são incentivar pesquisas científicas sobre doenças zoonóticas; aumentar a sensibilização sobre as doenças zoonóticas; fortalecer o monitoramento e

---

<sup>55</sup> Joel Henrique Ellwanger. “Fatores imunogenéticos e ambientais envolvidos no estabelecimento de doenças virais emergentes, reemergentes e negligenciadas no Brasil – Um enfoque na perspectiva *One Health*”. / Orientador José Artur Bogo Chies. Porto Alegre, RS. Março. (Doc. diss.; Universidade Federal do Rio G. do Sul, 2019).

<sup>56</sup> Vincent C. C. Cheng, Susanna K. P. Lau, Patrick C. Y. Woo, Kwok Yung Yuen. “Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus as an Agent of Emerging and Reemerging Infection”. *Clinical Microbiology Reviews* Oct, 20 (4) 660-694; DOI: 10.1128/CMR.00023-07. 2007.

a regulamentação de práticas associadas às doenças zoonóticas, inclusive de sistemas alimentares<sup>54</sup>. É perceptível que a preocupação com as zoonoses demonstra que um dos principais meios de ligação com os possíveis novos surtos pandêmicos e que podem decorrer do aumento da demanda por proteína animal e do uso e exploração de animais silvestres.

Portanto, o consumo e a exploração de animais silvestres e domesticados são os principais fatores antropogênicos responsáveis pela emergência de doenças zoonóticas<sup>57</sup>. Seguindo esta premissa, Paim e Alonso<sup>58</sup> trabalharam por vários anos em projetos de pesquisa em epidemiologia e saúde pública e relatam no livro *Pandemias, saúde global e escolhas pessoais*, como a maioria dos surtos de doenças nas últimas décadas teve alguma relação com a criação e o consumo de proteína animal. Tanto práticas primitivas de consumo e criação animal, como o hábito de caçar e consumir animais silvestres podem ter sido responsáveis pelo surgimento dos vírus causadores de Ebola e de HIV, que provavelmente tiveram origem na caça de morcegos e macacos; quanto as práticas mais modernas de criação animal, como os sistemas intensivos que favoreceram o surto de H1N1 que colocam em risco a saúde e a economia. Diminuir o consumo na alimentação e a criação, principalmente de animais silvestres, desencadearão um possível efeito preventivo em relação ao surgimento de futuras pandemias.

No contexto de análise das relações de custo-benefício da ausência de monitoramento e prevenção da disseminação de doenças zoonóticas, associadas à perda e fragmentação das florestas tropicais e ao crescente comércio de animais silvestres, formou-se um alerta em relação às doenças que causam surtos, pois estão diretamente ligadas aos reservatórios de animais silvestres, principalmente nas florestas tropicais. Para que aumentem os riscos de uma doença passar desse reservatório para o homem é preciso que haja, entre outros fatores, uma crescente taxa de contato entre o ser humano e o animal. Sabe-se que quando se tem desmatamento e tráfico de animais silvestres o aumento da probabilidade desse

---

<sup>57</sup> Joel Henrique Ellwanger, Bruna Kulmann-Leal, Valéria L. Kaminski, Jacqueline Maria Valverde-Villegas, et al. "Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health". *Anais da Academia Brasileira de Ciências* [online]. V. 92, n. 01. Available from: Epub 17 Apr. ISSN 1678-2690. <https://doi.org/10.1590/0001-37652020191375>. 2020.

<sup>58</sup> Cynthia Schuck Paim, Wladimir J. Alonso. "Pandemias, saúde global e escolhas pessoais". (Cria Editora, 1ª Ed. Alfenas – MG). 2020.

contato acontecer é maior. Desperta atenção e preocupação o quanto é perceptível que os investimentos na prevenção do desmatamento e na regulamentação do comércio de animais silvestres são poucos, apesar dos planos que demonstram um alto retorno de investimento na limitação de zoonoses<sup>59</sup>.

Controlar o desmatamento significa preservar a biodiversidade e proteger a saúde humana. Nesse sentido, o Brasil tem uma grande responsabilidade como detentor do maior território amazônico e deve, portanto, zelar ativa e constantemente por sua preservação. De uma perspectiva mais ampla, a extensão do compromisso brasileiro com a preservação da região amazônica se refletirá na saúde planetária<sup>57</sup>.

Infelizmente, carecemos de ações governamentais que em um passado recente, ao contrário de que hoje observamos, levaram à redução da taxa de desmatamento da cobertura florestal na Amazônia. Na época, elas tiveram como subsídio os dados do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), da Observação da Terra (OBT), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A partir desse processo, viabilizaram-se os pagamentos externos de crédito de carbono para o país, alocados no Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), para ações de mitigação e adaptação das mudanças climáticas<sup>60</sup>.

Outro fator antropogênico é a intensificação da agricultura insustentável. A expansão das fronteiras agrícolas é causada pelo aumento na demanda por alimentos e biocombustíveis, devido ao crescimento populacional e pela degradação do solo, ocasionado pela gestão inadequada ou ausente do campo. A perda de biodiversidade e a destruição ambiental generalizada já afetam o solo mundialmente. Entretanto, mesmo considerando a possibilidade da intensificação da produção agrícola, é necessário não subestimar o fato de que produção intensiva, no atual modelo produtivo, acarreta mais utilização de insumos em termos de fertilizantes, adubos químicos e agrotóxicos, implicando em maiores níveis de degradação ambiental com efeitos nocivos sobre a saúde da população e do planeta<sup>61</sup>.

---

<sup>59</sup> Andrew P. Dobson, Stuart L. Pimm, Lee Hannah, Les Kaufman et al. "Ecology and economics for pandemic prevention". *Science* 24 Jul: Vol. 369, Issue 6502, pp. 379-381. DOI: 10.1126/science.abc3189. 2020.

Seguidamente, o uso não sustentável dos recursos naturais acelerados por urbanização, mudança do uso da terra e indústrias extrativistas também são encarados como uma preocupação pela comunidade científica, necessitando de monitoramento. Por meio dele, podem-se incentivar práticas de gestão sustentável da terra e desenvolver alternativas para garantir a segurança alimentar e meios de subsistência que não dependam da destruição dos habitats e da biodiversidade<sup>54</sup>. Para alcançar o pleno desenvolvimento sustentável são necessárias, na maioria dos casos, a adoção de políticas públicas mais penosas e a facilidade no acesso às tecnologias avançadas. Consequentemente, os países em desenvolvimento, com seus problemas sociais e econômicos, encontram vários empecilhos na persecução deste desenvolvimento<sup>62</sup>.

No mais, o relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) visa o investimento em abordagens interdisciplinares para fortalecer o monitoramento e a regulamentação também de sistemas alimentares, buscando mudanças na cadeia de suprimento. É estimado melhorar as análises de custo-benefício das intervenções para incluir o custo total dos impactos sociais gerados pelas doenças, melhorar a biossegurança, identificando os principais vetores das doenças nos rebanhos e incentivando medidas comprovadas de manejo e controle de doenças zoonóticas. Também se faz necessário apoiar o gerenciamento sustentável de paisagens terrestres e marinhas a fim de ampliar a coexistência sustentável entre agricultura e vida selvagem, fortalecer a capacidade dos atuantes do setor de saúde em todos os países, operacionalizar, portanto, a abordagem *One Health* no planejamento, implementação e monitoramento do uso da terra e do desenvolvimento sustentável, entre outros campos.

Sucintamente, os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são a chave para recuperação sustentável e o futuro como afirma a Agenda 2030 das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável. Eles representam um desafio

---

<sup>60</sup> INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. "Monitoramento ambiental dos biomas brasileiros é aposta para alavancar P&D da OBT nos próximos anos". Número 08, Informativo INPE - 05 de Janeiro. <http://www.inpe.br/informativo/08/nota01>. 2017.

<sup>61</sup> Raquel Maria Rigotto, Maiana Maia Teixeira et al. "O verde da economia no campo: desafios à pesquisa e às políticas públicas para a promoção da saúde no avanço da modernização agrícola". *Ciência & Saúde Coletiva* [online]. V. 17, n. 6, pp. 1533-1542. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600017>. 2012.

<sup>62</sup> Renato Pinto Cavalcanti. "Desenvolvimento sustentável: uma análise a partir da perspectiva dos Brics". *Revista de la Secretaría del Tribunal Permanente de Revisión*, 6(11), 109-133. <https://doi.org/10.16890/rstpr.a6.n11.p109>. 2018.

árduo aos seres humanos que é conservar as múltiplas formas e funções da natureza, criar um lar equitativo, desacelerar as mudanças climáticas, poupar os recursos naturais e principalmente, prevenir novos surtos pandêmicos em um planeta com recursos finito, caso queiram reverter essa situação<sup>63</sup>. As temáticas dos ODS naturalmente estão sendo incorporadas por pesquisas científicas de diversas áreas do conhecimento, de forma direta ou indireta, diante de sua relevância e amplitude. Essas pesquisas integram um movimento em prol da sustentabilidade, a partir de problematizações acerca de diferentes aspectos, entre os quais a necessidade de novas tecnologias e visões de ciência<sup>64</sup>. A partir de fenômenos complexos, interdisciplinares e transdisciplinares, constituídos pelos problemas ambientais e pelo desafio de uma sociedade sustentável, surge o movimento de redefinição da ciência em seus esquemas metodológicos e epistêmicos<sup>65</sup>.

Notório é que há o entendimento do que pode ser feito com um fundo internacional de prevenção de pandemia e de ações ambientais coletivas, mas que infelizmente ainda não existem efetivamente na prática. A maior parte da contribuição viria dos países desenvolvidos, que são os que mais perdem com surtos e também são os que mais têm condições de subsidiar esses valores. Por outro lado, considerando que o financiamento público em resposta à pandemia do COVID-19 continua aumentando, percebe-se que os gastos associados a esses esforços preventivos teriam sido substancialmente menores que os custos econômicos e de mortalidade envolvidos, após o surgimento da pandemia<sup>59</sup>. Infelizmente, os fatos demonstram que mesmo com todos os malefícios e dificuldades que as doenças, principalmente as infecciosas, causam na saúde da humanidade, a comunidade científica ainda não é vista e nem ouvida com a devida atenção, havendo a necessidade de financiamentos governamentais para maiores investimentos que subsidiem pesquisas em prol da sustentabilidade mundial. Como consequência deste descaso, as crises sanitárias,

<sup>63</sup> United Nations General Assembly 2015. "Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development". 21 October, A/RES/70/1. 2015.

<sup>64</sup> Marcelo Limont, Elaine Wantroba Gaertner, Rafael Oliveira, Valdir Fernandes. "Alinhamento de Pesquisas Científicas com os ODS da Agenda 2030: um Recorte Territorial". *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*. 10. 26-45. 10.21664/2238-8869.2021v10i2.p26-45. 2021.

<sup>65</sup> Valdir Fernandes, Arlindo Philippi Jr. "Sustainability Sciences: Political and Epistemological Approaches". 10.1093/oxfordhb/9780198733522.013.30. In: Robert Frodeman; Julie Thompson Klein; Roberto C S Pacheco. (Org. ). *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. 2ed. New York: Oxford University Press, v. 1, p. 370-382. 2017.; Julie Thompson Klein. "Sustainability and Collaboration: Crossdisciplinary and Cross-Sector Horizons Sustainability". 12(4): 1515. <https://doi.org/10.3390/su12041515>. 2020.

climáticas e de saúde continuarão assolando o planeta, pois só serão possíveis recuperação e desenvolvimento sustentável duradouros quando as respostas, os planos e as políticas ambientais receberem a devida importância.

Não há possibilidade de sobrevivência humana nesse planeta sem investimento em ciência. Na atualidade, aumentar o conhecimento dos nossos recursos naturais e das suas relações sociedade-natureza são urgentes e o monitoramento ambiental é uma ferramenta indicada. É imperativo investir em pesquisas de longo prazo com monitoramento contínuo e no Brasil, este tipo de pesquisa é bastante precário. O comprometimento dos gestores, da comunidade científica, do terceiro setor e da sociedade como um todo em prol de uma melhor qualidade de vida e ações que estimulem o consumo consciente, responsável e sustentável, também são urgentes. Investimentos em monitoramento ambiental e em outras pesquisas interdisciplinares de médio e longo prazo, envolvendo diferentes atores da sociedade são necessários para subsidiar a população leiga com conhecimento científico relativo às Ciências Ambientais. Esses saberes adquiridos nas pesquisas transpostos para a sociedade constituem um caminho para blindar notícias falsas que tanto prejudicam a credibilidade da ciência e dos cientistas e faz com que a humanidade reviva épocas remotas de negacionismo do conhecimento, em tempos de pandemias pretéritas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Há urgência em adotar práticas interdisciplinares que atendam demandas ambientais, sociais e econômicas associadas aos atuais objetivos do desenvolvimento sustentável. Diante disso, as Ciências Ambientais têm grande relevância para o avanço das pesquisas e de ensino que busquem a construção de uma sociedade mais justa e fraterna. Por meio das Ciências Ambientais, também podemos instrumentalizar a população com ferramentas que visem a superação de desafios de caráter socioambientais e que conduzam efetivamente à melhoria das condições de vida, considerando as diferentes complexidades, as diversas regiões brasileiras com suas diferentes demandas envolvendo o ambiente. O ser humano não se encontra isolado no ambiente, mas é parte que integra toda a biosfera.

A reorganização da ciência em função de fenômenos grandes, complexos e interdisciplinares, constituídos pelos problemas ambientais e pelo desafio de uma sociedade sustentável é extremamente importante. O envolvimento de diferentes atores e setores da sociedade no desenvolvimento da pesquisa, bem como a coprodução inter disciplinas e inter áreas científicas, constituem novas formas de produzir e aplicar conhecimento frente aos grandes problemas da atualidade, com maior impacto.

## REFERÊNCIAS

- Adriana da Costa Goulart. “Revisitando a espanhola: a gripe pandêmica de 1918 no Rio de Janeiro”. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 12, n. 1, p. 101-42, jan.-abr. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702005000100006>. 2005.
- Andrew P. Dobson, Stuart L. Pimm, Lee Hannah, Les Kaufman et al. “Ecology and economics for pandemic prevention”. *Science* 24 Jul: Vol. 369, Issue 6502, pp. 379-381. DOI: 10.1126/science.abc3189. 2020.
- André Rodrigo Farias, Rafael Mingoti, Laura B Valle, Cláudio A. Spadotto, Elio L. Filho. “Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil Gestão Territorial”. (Campinas, 5 p. Comunicado Técnico). Embrapa. 2017.
- Antônio Houaiss. *Dicionário da língua portuguesa*. (Rio de Janeiro, Objetiva). 2001.
- Anny Jackeline Torres Silveira. “A medicina e a influenza espanhola de 1918”. *Tempo*, 10(19), 91-105. <https://doi.org/10.1590/S1413-77042005000200007>. 2005.
- Arlindo Philippi Jr., Valdir Fernandes. “Ciência e tecnologia à luz da interdisciplinaridade”. *Ciência, inovação e ética. Tecendo Redes e Conexões para a Sustentabilidade*. 189p. 2021.
- Arthur Boylston. “The origins of vaccination: myths and reality”. *Journal of the Royal Society of Medicine*. 106(9):351-354. doi: 10.1177/0141076813499292. 2013.
- Artur Dias Lima. “Ecologia Médica: Conceitos e Aplicabilidades”. p. 227. IN: Juracy Marques (org.). *Ecologias Humanas*. (Feira de Santana, BA: Editora UEFS). 462p. 2014.
- Beatriz Echeverri D'Avila. *La gripe española: la epidemia de 1918-1919*. (Madri, Siglo XXI). 1993.
- BRASIL.IO. Portal Geocovid by MapBiomas. Geodatin. <https://covid.mapbiomas.org/method-data>. 2021.

Carla Taciane Figueiredo. “Ciências ambientais no Brasil: história, métodos e processos” / Orientador Antônio Menezes. – São Cristóvão. 140 f. (Doc. diss.; Universidade Federal de Sergipe, 2016).

Clarissa R. Damaso. “Revisiting Jenner's mysteries, the role of the Beaugency lymph in the evolutionary path of ancient smallpox vaccines”. *The Lancet. Infectious Diseases*, 18(2), e55-e63. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(17\)30445-0](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30445-0). 2018.

Cristina Brito. “Quando não há longe nem distância. Há o contágio.” *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) revista de la Solcha*. 10. 1-10. [10.32991/2237-2717.2020v10iEd.Sup.1.p1-10](https://doi.org/10.32991/2237-2717.2020v10iEd.Sup.1.p1-10). 2020.

Cynthia Schuck Paim, Wladimir J. Alonso. *Pandemias, saúde global e escolhas pessoais*. (Cria Editora, 1ª Ed. Alfenas – MG). 2020.

Daniel Mello. “Risco de morrer por coronavírus varia até 10 vezes entre bairros de SP”. [Internet]. Agência Brasil. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-05/risco-de-morrer-por-coronavirus-varia-ate-10-vezes-entre-bairros-de-sp>. 2020.

Eduardo Alexandrino Servolo Medeiros. “A luta dos profissionais de saúde no enfrentamento da COVID-19”. *Acta Paul Enferm.* 33:e-EDT20200003. <https://doi.org/10.37689/acta-ape/2020EDT0003>. 2020.

Eduardo Hage Carmo, Gerson Penna, Wanderson Kleber de Oliveira. “Emergências de saúde pública: conceito, caracterização, preparação e resposta”. *Estudos Avançados [online]*. V. 22, n. 64, pp. 19-32. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000300003>. 2008.

Enrique Leff. “Complexidade, interdisciplinaridade e saber ambiental”. *Olhar de Professor*. 14. 309-335. [10.5212/OlharProfr.v.14i2.0007](https://doi.org/10.5212/OlharProfr.v.14i2.0007). 2011.

Fernando Dias de Avila-Pires. *Princípios de ecologia médica*. (Editora da UFSC, 2ª Ed.). 328 p. 2000.

Fernando Spilki. “Pandemias: passado, presente e o provável futuro”. *Revista Textual*. V. 1, n. 28. Setembro – Porto Alegre: Sinpro/RS. p. 29-37. 2020.

Joffre Marcondes Rezende. “À sombra do plátano: crônicas de história da medicina” [online]. (São Paulo: Editora Unifesp). “Varíola: uma doença extinta”. pp. 227-230. ISBN 978-85-61673-63-5. 2009.

G. Tyler Miller Jr. *Ciência ambiental*. (São Paulo: Thomson Learning). 2007.

Gustavo Henrique de Araújo Freire, Hugo Suzart-Pinto and Rafael Garcia Assunção. “Scientific Production On Covid-19: Exploratory Study”. *Environmental Smoke* 4 (1):13-23. <https://doi.org/10.32435/envsmoke.20214113-23>. 2021.

Heidi Ledford. "How to solve the world's biggest problems". *Nature* 525, 308–311. <https://doi.org/10.1038/525308a>. 2015.

Hermann G. Schatzmayr. "A varíola, uma antiga inimiga". *Cadernos de Saúde Pública*, 17(6), 1525–1530. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2001000600024>. 2001.

Ignacio Mena, Martha I. Nelson, Francisco Quezada-Monroy, Jayeeta Dutta, Refugio Cortes-Fernández et al. "Origins of the 2009 H1N1 influenza pandemic in swine in Mexico". *ELife*, 5. <https://doi.org/10.7554/eLife.16777>. 2016.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. "Monitoramento ambiental dos biomas brasileiros é aposta para alavancar P&D da OBT nos próximos anos". Número 08, Informativo INPE - 05 de Janeiro. <http://www.inpe.br/informativo/08/nota01>. 2017.

Isabel Brasil Pereira. "Interdisciplinaridade". (São Paulo: Fio Cruz). 2014.

Jair Cunha Cardoso Filho, Rogério Henrique de Araújo Júnior. "Modelo de monitoramento ambiental sistemático para decisão em Políticas Públicas". *Biblios: Journal of Librarianship and Information Science*. 32. 10.5195/biblios.2015.220. 2015.

James H. Liu. "Majority world successes and European and American failure to contain COVID-19: Cultural collectivism and global leadership". *Asian J Soc Psychol*, 24: 23–29. <https://doi.org/10.1111/ajsp.12461>. 2021.

Jarcilene Silva de Almeida. "Monitoramento Ambiental Interdisciplinar pode prever Pandemia?". *Recipe*, PE. Brasil. UFPE. Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA). 5 de agosto. 2020.

Joel E. Cohen. "Population growth and earth's human carrying capacity". *Science*. Jul 21; 269(5222): 341–6. doi: 10.1126/science.7618100. 1995.

Joel Henrique Ellwanger, Bruna Kulmann-Leal, Valéria L. Kaminski, Jacqueline María Valverde-Villegas, Ana Beatriz G. Da Veiga, Fernando R. Spilki, Philip M. Fearnside, Lílian Caesar, Leandro Luiz Giatti, Gabriel L. Wallau, Sabrina E.M. Almeida, Mauro R. Borba, Vanusa P. Da Hora & José Artur B. Chies. "Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health". *Anais da Academia Brasileira de Ciências* [online]. V. 92, n. 01. Available from: Epub 17 Apr. ISSN 1678-2690. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020191375>. 2020.

Joel Henrique Ellwanger. "Fatores imunogenéticos e ambientais envolvidos no estabelecimento de doenças virais emergentes, reemergentes e negligenciadas no Brasil – Um enfoque na perspectiva One Health". / Orientador José Artur Bogo Chies. Porto Alegre, RS. Março. (Doc. diss.; Universidade Federal do Rio G. do Sul, 2019).

Jordan Paulo Wallauer. *ABC do meio ambiente, fauna brasileira*, (Editora IBAMA, Brasília, DF). 2000.

Juliane F. Oliveira, Daniel C. P. Jorge, Rafael V. Veiga, Moreno S. Rodrigues, Matheus F. Torquato, Nivea B. da Silva, Rosemeire L. Fiaccone, Luciana L. Cardim, Felipe A. C. Pereira, Caio P. de Castro, Aureliano S. S. Paiva, Alan A. S. Amad, Ernesto A. B. F. Lima, Diego S. Souza, Suani T. R. Pinho, Pablo Ivan P. Ramos & Roberto F. S. Andrade. "Mathematical modeling of COVID-19 in 14.8 million individuals in Bahia, Brazil". *Nat Commun* 12, 333. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19798-3>. 2021.

Kai Liu, Mu He, Zian Zhuang, Daihai He, Huaichen Li. "Unexpected positive correlation between human development index and risk of infections and deaths of COVID-19 in Italy". *One Health*, Volume 10, 100174, ISSN 2352-7714. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2020.100174>. 2020.

Keisuke Okamura. "Interdisciplinarity revisited: evidence for research impact and dynamism". *Palgrave Commun* 5, 141. <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0352-4>. 2019.

Lauro Miranda Demenech, Samuel de Carvalho Dumith, Maria Eduarda Centena Duarte Vieira, Lucas Neiva-Silva. "Desigualdade econômica e risco de infecção e morte por COVID-19 no Brasil". *Revista Brasileira de Epidemiologia* [online]. v. 23, e200095. <https://doi.org/10.1590/1980-549720200095>. 2020.

Ligia Maria Cantarino da Costa, Edgar Merchan-Hamann. "Pandemias de influenza e a estrutura sanitária brasileira: breve histórico e caracterização dos cenários". *Rev Pan- Amaz Saude, Ananindeua*, v. 7, n. 1, p. 11-25. <http://dx.doi.org/10.5123/s2176-62232016000100002>. mar. 2016

Luciana dos Santos. "Um imenso campo mórbido: controvérsias médico-científicas sobre a epidemia de cólera-morbo de 1855". *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v.23, n.2, abr.-jun, p.341-357. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702016000200003>. 2016.

Luiz Antonio de Castro Santos. "Um século de cólera: itinerário do medo". (Physis: Revista de Saúde Coletiva, 4(1), 79-110). 1994.

Luiz Antonio Teixeira. "Medo e morte: Sobre a epidemia de gripe espanhola de 1918". (Rio de Janeiro: UERJ/Instituto de Medicina Social). 32p. Série Estudos em Saúde Coletiva. nº 59. 1993.

Lycurgo de Castro Santos Filho. "Alguns aspectos da história da medicina brasileira". In: Machado, M.H., org. "Profissões de saúde: uma abordagem sociológica" [online]. (Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ). p. 91-96. 1995.

Magda Zanoni, Claude Raynaud. "Reflexões sobre princípios de uma prática interdisciplinar na pesquisa e no ensino superior". In: Arlindo Philippi Jr.; Antônio J. Silva Neto (ed.). *Interdisciplinaridade em Ciência, Tecnologia & Inovação*. Baruaeri, SP: Manole, 2011.

Marcelo Limont, Elaine Wantroba Gaertner, Rafael Oliveira, Valdir Fernandes. “Alinhamento de Pesquisas Científicas com os ODS da Agenda 2030: um Recorte Territorial”. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*. 10. 26-45. 10.21664/2238-8869.2021v10i2.p26-45. 2021.

Maria Aparecida Viggiani Bicudo. “A pesquisa interdisciplinar: uma possibilidade de construção do trabalho científico/acadêmico”. (*Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, 10). 2009.

Maria do Carmo M. Sobral, Carlos Alberto C. Sampaio, Valdir Fernandes, Arlindo Phillip Jr. *Práticas Interdisciplinares em ciências ambientais*. IN: Arlindo Phillip Jr., Valdir Fernandes. *A prática da interdisciplinaridade na pesquisa e no ensino de pós-graduação*. (Barueri: Manole). 2014.

Matthew J. Wade, Anna Lo Jacomo, Elena Armenise, Mathew R. Brown, Joshua T. Bunce, Graeme J. Cameron, Zhou Fang, Kata Farkas, Deidre F. Gilpin, David W. Graham, Jasmine M.S. Grimsley, Alwyn Hart, Till Hoffmann, Katherine J. Jackson, David L. Jones, Chris J. Lilley, John W. McGrath, Jennifer M. McKinley, Cormac McSparron, Behnam F. Nejad, Mario Morvan, Marcos Quintela-Baluja, Adrian M.I. Roberts, Andrew C. Singer, Célia Souque, Vanessa L. Speight, Chris Sweetapple, David Walker, Glenn Watts, Andrew Weightman, Barbara Kasprzyk-Hordern. “Understanding and managing uncertainty and variability for wastewater monitoring beyond the pandemic: Lessons learned from the United Kingdom national COVID-19 surveillance programmes”. *Journal of Hazardous Materials*, Volume 424, Part B, 127456, ISSN 0304-3894. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127456>. 2021.

MEC - Ministério da Educação. “Área 49 Ciências Ambientais”. *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Diretoria de Avaliação (DAV)*. 2019.

Ministério da Saúde. “Painel de casos de doença pelo coronavírus 2019 (COVID-19) no Brasil pelo Ministério da Saúde”. *Secretarias Estaduais de Saúde. Brasil*. <https://covid.saude.gov.br/>. 2021.

Organização Mundial da Saúde (OMS). “Surto de Cólera: Avaliar a resposta a um surto e melhorar a preparação”. *WHO/CDS/CPE/ZFK/2004*. 2006.

Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). “Erradicação da varíola: um legado de esperança para COVID-19 e outras doenças”. 8 de maio. (Brasília, D.F.). 2020.

Ole Jørgen Benedictow. “Epidemiology of Plague: Problems with the Use of Mathematical Epidemiological Models in Plague Research and the Question of Transmission by Human Fleas and Lice”. *Can J Infect Dis Med Microbiol*. 2019; Maria A. Spyrou, Marcel Keller, Rezeda I. Tukhbatova, et al. “Phylogeography of the second plague pandemic revealed through analysis of historical *Yersinia pestis* genomes.” (*Nat Commun* 10, 4470). 2019.

Ole Jørgen Benedictow, “The Black Death, 1346-1353: The Complete History” (Boydell and Brewer, Woodbridge, UK, and Rochester, N.Y.). 2004.

Paulo Henrique Oliveira, Hélio Francisco da Conceita Ernesto João e Nácer Samuel Abílio Mondlane. “Contexto competitivo, monitoramento ambiental e tomada de decisão estratégica: o caso dos micro e pequenos varejos da região do Barro Preto em Belo Horizonte”. *Ciência da Informação* [online]. V. 37, n. 2, pp. 110-121. <https://doi.org/10.1590/S0100-19652008000200009>. 2008.

Raquel Maria Rigotto, Maiana Maia Teixeira et al. “O verde da economia no campo: desafios à pesquisa e às políticas públicas para a promoção da saúde no avanço da modernização agrícola”. *Ciência & Saúde Coletiva* [online]. V. 17, n. 6, pp. 1533-1542. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600017>. 2012.

Renato Pinto Cavalcanti. “Desenvolvimento sustentável: uma análise a partir da perspectiva dos Brics”. *Revista de la Secretaría del Tribunal Permanente de Revisión*, 6(11), 109-133. <https://doi.org/10.16890/rstpr.a6.n11.p109>. 2018.

Sandra Caponi. “Covid-19 no Brasil: Entre o negacionismo e a razão neoliberal”. *Estudos Avançados*. 34. 209-224. [10.1590/s0103-4014.2020.3499.013](https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.3499.013). 2020.

Steven M. Opal. “A brief history of microbiology and immunology”. *Vaccines*. Biography. (Nov):31-56. doi:10.1007/978-1-4419-1108-7\_3. 2009.

United Nations Environment Programme. “PREVENTING THE NEXT PANDEMIC: Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission”. A Special Volume of UNEP’s *Frontiers Report Series*. ISBN No: 978-92-807-3792-9. Job No: DEW/2290/NA. 2020.

United Nations General Assembly 2015. “Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development”. 21 October, A/RES/70/1. 2015.

Valdir Fernandes, Arlindo Philippi Jr. “Sustainability Sciences: Political and Epistemological Approaches”. [10.1093/oxfordhb/9780198733522.013.30](https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198733522.013.30). In: Robert Frodeman; Julie Thompson Klein; Roberto C S Pacheco. (Org. ). *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. 2ed. New York: Oxford University Press, v. 1, p. 370-382. 2017.; Julie Thompson Klein. “Sustainability and Collaboration: Crossdisciplinary and Cross-Sector Horizons Sustainability”. 12(4): 1515. <https://doi.org/10.3390/su12041515>. 2020.

Vincent C. C. Cheng, Susanna K. P. Lau, Patrick C. Y. Woo, Kwok Yung Yuen. “Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus as an Agent of Emerging and Reemerging Infection”. *Clinical Microbiology Reviews* Oct, 20 (4) 660-694; DOI: [10.1128/CMR.00023-07](https://doi.org/10.1128/CMR.00023-07). 2007.

William H. McNeill. “Plagues and People”. (New York: Doubleday). 1976.

World Health Organization. “Plague fact sheets”. [S.l.: s.n.] Available in: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/plague>. 2017a.

World Health Organization. "WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard". 24 may. Available in: <https://covid19.who.int>. 2021.

## **Interdisciplinarity in Environmental Sciences: Environmental Monitoring in the Prevention of Future Pandemics**

### **ABSTRACT**

This article presents an analysis of interdisciplinarity in Environmental Science, focusing on preventing future pandemics. We also discuss about major health and humanitarian crises in history and their relationship to the environment. The research carried out was descriptive and exploratory and sought in the literature subsidies to discuss and reflect on the triad human, pandemic and environment. Regarding the dynamic relationship between the human and the environment, we emphasize that through an interdisciplinary dialogue, among actors belonging to the exact, biological, social and human sciences, more effective actions can be proposed to achieve a more sustainable Planet in the future. We propose the environmental monitoring tool to observe, know, infer and investigate public health challenges, with special attention to the prevention of epidemics and pandemics, among the different paths found.

**Keywords:** environment; diseases; epidemics; health.

Recibido: 05/06/2021  
Aprobado: 04/11/2021