

SAÚDE ÚNICA

CAMINHO PARA
RESILIÊNCIA DO PLANETA



Embrapa



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura e Pecuária*

SAÚDE ÚNICA

CAMINHO PARA
RESILIÊNCIA DO PLANETA

Embrapa
Brasília, DF
2025

Embrapa
Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (Final)
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4433
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo e editoração

Embrapa Clima Temperado
BR-392, Km 78, Caixa Postal
403 96010-971 Pelotas, RS
www.embrapa.br/clima-temperado

Comitê Local de Publicações

Presidente

Ana Cristina Richter Krolow

Secretária-executiva

Rosângela Costa Alves

Membros

Newton Alex Mayer

Bárbara Chevallier Cosenza

Cláudia Antunez Arrieche

Sonia Desimon

Revisão de texto

Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica

Claudia Antunez Arrieche

Projeto gráfico, diagramação e capa

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Ilustração da capa

Sara Florentina da Fonseca

1ª edição

Publicação digital (2025): PDF

1ª impressão (2025): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

Saúde única : caminho para resiliência do planeta / Janice Reis Ciaci Zanella ... [et al.]. –
Brasília, DF : Embrapa, 2025.
142 p. : il. color. ; 20 cm x 28 cm.

ISBN 978-65-5467-126-2 (impressa). – ISBN 978-65-5467-120-0 (digital)

1. Saúde. 2. Doenças. 3. Planeta Terra. 4. Meio ambiente. 5. Sustentabilidade. 6. Eco-
sistema. I. Zanella, Janice Reis Ciaci. II. Rosenthal, Amauri. III. Pellegrin, Aiesca Oliveira.
IV. Guimarães, Alessandro de Sá. V. Hoffmann, Alexandre. VI. Silva, Alineaurea Floren-
tino. VII. Pillon, Clenio Nailto. VIII. Pierozzi Junior, Ivo. IX. Alvarenga, Marcelo Bonnet.
X. Bastos, Maria do Socorro Rocha. XI. Kanashiro, Milton. XII. Gomes, Priscila Brochado.

CDD (21. ed.) 613

Autores

Janice Reis Ciacci Zanella

Médica-veterinária, Ph.D em Virologia Molecular, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC.

Amauri Rosenthal

Engenheiro de alimentos, doutor em Biotecnologia e Bioengenharia, pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro

Aiesca Oliveira Pellegrin

Médica-veterinária, doutora em Ciência Animal, pesquisadora da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Alessandro de Sá Guimarães

Médico-veterinário, doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

Alexandre Hoffmann

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa, Gerência-adjunta de Portfólios e Programas de PD&I, Brasília, DF

Alineaurea Florentino Silva

Engenheira-agrônoma, doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

Clenio Nailto Pillon

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa, Diretoria-Executiva de Pesquisa e Desenvolvimento, Brasília, DF

Ivo Pierozzi Junior

Biólogo, doutor em Ecologia, pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP

Marcelo Bonnet Alvarenga

Engenheiro de alimentos, doutor em Ciência de Alimentos, analista da Embrapa, Gerência-Adjunta de Cooperação de PD&I, Brasília, DF

Maria do Socorro Rocha Bastos

Engenheira de alimentos, doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

Milton Kanashiro

Engenheiro florestal, doutor em Genética Florestal, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Priscila Brochado Gomes

Bióloga, doutora em Ciências, analista da Embrapa, Gerência-Adjunta de Negócios e Mercado, Brasília, DF



"Entre a medicina animal e a humana não há linhas divisórias – nem deveria haver. O objeto é diferente, mas a experiência obtida constitui a base de toda a medicina".

Rudolf Virchow, médico, 1821-1902

Agradecimentos

Os autores agradecem aos seguintes colegas e colaboradores e suas respectivas instituições pelas colaborações no relatório final do grupo de trabalho para a construção do Programa de Saúde Única da Embrapa, para o qual esta obra constitui um marco documental.

Alexandre Pontes, auditor fiscal federal agropecuário, Mapa. Álvaro Augusto Dossa, Pesquisador, Embrapa Trigo. Ana Julia Alves e Silva, Ministério da Saúde. Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco, professora titular, USP. Carlos Alexandre Oliveira Gomes, Especialista em Regulação e Vigilância Sanitária, GGTOX/Anvisa. Carolina Castilho Dias Marucio, analista, Diretoria de Inovação, Negócios e Transferência de Tecnologias da Embrapa. Casiane Salete Tibola, pesquisadora, Embrapa Trigo. Célia Lúcia de Luces Fortes Ferreira, professora titular, UFV. Comitê Gestor de Rede Saúde Única/Fiocruz (Rio Grande do Sul). Diogo Thimoteo da Cunha, professor associado, Unicamp. Édson Luis Bolfe, pesquisador, Embrapa Agricultura Digital. Elke Stedefeldt, professora adjunta, Unifesp. Ernestino de Souza Gomes Guarino, pesquisador, Embrapa Clima Temperado. Fábila de Mello Pereira, pesquisadora, Embrapa Meio Norte. Fabiano Barreto, auditor fiscal federal agropecuário, coordenador LFDA-RS/Mapa. Geraldo Stachetti Rodrigues, Embrapa Meio Ambiente. Gustavo Buss, assessor regional, Fiocruz-RS. Jalusa Deon Kich, pesquisadora, Embrapa Suínos e Aves. João Paulo Machado Torres, professor titular, UFRJ. Joyce Mendes Andrade Schramm, pesquisadora, Fiocruz-RJ, secretária-executiva da Rede Saúde-RS. Laís Mariano Zanin, professora associada, USP Ribeirão Preto. Léa Chapaval, Embrapa Pecuária Sudeste. Leandro Diamantino Feijó, auditor fiscal federal agropecuário, Mapa. Louise Jank, técnica de laboratório, LFDA-RS/Mapa. Magda Vieira Benavides, pesquisadora, Embrapa Pecuária Sul. Maira Balbinotti Zanela, pesquisadora, Embrapa Clima Temperado. Márcia Chame dos Santos, pesquisadora, Fiocruz-RJ. Márcia Izabel Fugisawa Souza, analista, Embrapa Agricultura Digital. Maria José Amstalden Moraes Sampaio, pesquisadora, Embrapa. Mariana Aparecida Carvalhaes, pesquisadora, Diretoria de Inovação, Negócios e Transferência de Tecnologias da Embrapa. Mariella Camardelli Uzêda, pesquisadora, Embrapa Agrobiologia. Marília Regini Nutti, Pesquisadora, Embrapa Agroindústria de Alimentos. Mariza Landgraf, professora associada, USP. Peter Rembischevski, especialista em Regulação e Vigilância Sanitária, GGTOX/Anvisa. Rafael Moysés Alves, pesquisador, Embrapa Amazônia Oriental. Raimundo Rizaldo Pinheiro, pesquisador, Embrapa Caprinos. Raquel Soares Juliano, pesquisadora, Embrapa Pantanal. Rogério Morcelles Dereti, analista, Embrapa Gado de Leite. Rosângela Silveira Barbosa, pesquisadora, Embrapa Clima Temperado. Sabrina Castilho Duarte, Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa. Simone Moraes Raszl, cientista, OMS. Svetoslav Dimitrov Todorov, professor, USP. Tércia Zavaglia Torres, analista, Embrapa Agricultura Digital. Uelinton Manoel Pinto, professor, USP. Victor Paulo Marques Simão, analista, Embrapa Agricultura Digital. Virgínia Santiago Silva, pesquisadora, Embrapa Suínos e Aves. Waldyr Stumpf Junior, pesquisador, Embrapa Clima Temperado. Walfrido Moraes Tomás, pesquisador, Embrapa Pantanal.

Apresentação

Esta publicação foi construída para consolidar e divulgar os conceitos afins e a importância da Saúde Única à equipe da Embrapa e ao público externo, tais como instituições de ensino e pesquisa e empresas parceiras. Trata-se de uma edição que traz o tema de forma introdutória, o que permite o entendimento do leitor em um nível adequado para planejamento de ações de pesquisa, desenvolvimento, políticas públicas e outras estratégias voltadas para a Saúde Única.

Saúde Única: Caminho para resiliência do planeta traz, ao longo de seus capítulos, informações que abordam os vários pilares da Saúde Única e problemas de saúde, como doenças zoonóticas, resistência a antimicrobianos, segurança alimentar e nutricional de alimentos e mudanças climáticas, que exigem uma resposta integrada e colaborativa entre diferentes setores da sociedade. São problemas atuais e complexos, desafios que precisam ser enfrentados de forma integrada, como ora está sendo proposto. A obra surge como uma oportunidade de entregar conhecimento para o enfrentamento de desafios nos dias atuais, propondo à integração dos diferentes setores que nos levam a contribuir de forma sistemática para a resiliência do planeta.

A complexidade, diversidade, inter e transdisciplinaridade da Embrapa define o papel fundamental que a empresa desempenha na pesquisa e no desenvolvimento de soluções para a agricultura, pecuária e florestas no Brasil e em âmbito global. Nesse sentido, sua atuação no contexto amplo e complexo de Saúde Única deverá envolver a colaboração com vários atores, incluindo órgãos governamentais, não governamentais, empresas privadas, sociedade civil, incluindo instituições de saúde, meio ambiente e todas e quaisquer partes interessadas.

Este livro é uma leitura essencial para profissionais, estudantes e todos que desejam compreender como ações coordenadas e conhecimentos diversos podem e devem contribuir para um futuro mais saudável e sustentável para o planeta.

Leonardo Ferreira Dutra

Chefe-Geral da Embrapa Clima Temperado

Sumário

13	Introdução
15	Conceitualização, fundamentos e princípios de Saúde Única
17	Saúde Única e organismos internacionais
18	Abordagem sistêmica e holística
20	Definição de Saúde Única adotada pelo Quadripartite
20	Plano de Ação Conjunto (2022–2026) e Teoria da Mudança em Saúde Única (2022–2035)
22	Multi, inter e transdisciplinaridade: integração das ciências da vida
24	Pilares da Saúde Única
25	Saúde Única sob a perspectiva da saúde humana
41	Saúde Única sob a perspectiva da saúde animal
44	Saúde Única sob a perspectiva da saúde vegetal
47	Saúde Única sob a perspectiva da saúde ambiental
55	Sistemas agroalimentares sustentáveis como promotores da Saúde Única
57	Impactos da produção agrícola na saúde global e o papel do Brasil
60	Sistemas agroecológicos, agroflorestais e biodiversos
63	Agricultura digital e inovação para a sustentabilidade
65	Prevenção, vigilância e controle de riscos em Saúde Única
66	Índices, indicadores e métricas em Saúde Única
76	Fontes de dados para a construção de indicadores de Saúde Única
79	Modelos de monitoramento e vigilância integrada (saúde humana, animal, vegetal e ambiental)
80	Uso de tecnologias e geoprocessamento para Saúde Única

83	Governança e políticas públicas para Saúde Única
84	Parcerias institucionais da Embrapa em Saúde Única: cenário atual e perspectivas
90	Dados, evidências e conhecimento: o papel da Embrapa na agenda de Saúde Única
94	Justiça socioambiental e participação social na Saúde Única
95	Desigualdades socioambientais e barreiras à Saúde Única
95	Papel de populações tradicionais na conservação ambiental e na vigilância epidemiológica
97	Participação social e processos de tomada de decisão em Saúde Única
99	Desafios e oportunidades na agenda de Saúde Única
99	Conflitos conceituais e terminológicos
105	A complexidade da saúde como equilíbrio ecológico
115	Panorama brasileiro: desafios e iniciativas (2010–2025)
118	Caminhos para um futuro sustentável e equilibrado
120	Considerações finais
122	Referências
139	Literatura recomendada



Foto: Volodymyr (AdobeStock)

Introdução

Vivemos em um mundo cada vez mais interconectado, onde as saúdes humanas, animais, vegetais e ambientais compõem um sistema complexo e indissociável. As mudanças climáticas, a perda de biodiversidade, o desmatamento, a intensificação da produção agropecuária, a demanda por alimentos e a crescente urbanização ou, na maioria das vezes, fatores antropogênicos têm desencadeado desequilíbrios ecológicos profundos, ampliando o risco de eventos climáticos mais intensos (chuva, seca, temperaturas extremas), de surtos zoonóticos, resistência a antimicrobianos, contaminações ambientais e insegurança alimentar.

A abordagem de Saúde Única (*One Health*) surge como uma resposta estratégica e necessária para lidar com esses desafios. Mais do que um conceito, trata-se de um paradigma que propõe a integração de saberes e setores para compreender e intervir de forma sistêmica nos problemas contemporâneos que afetam a saúde planetária. A degradação dos solos, o uso intensivo de agrotóxicos, os impactos na saúde dos oceanos e a emergência de doenças em novos territórios, agravados pelas mudanças climáticas, são manifestações de um colapso silencioso cada vez

mais crescente e de maior intensidade. No entanto, apesar de amplamente reconhecida em nível internacional, a aplicação prática da Saúde Única ainda enfrenta entraves. Barreiras institucionais, fragmentação das políticas públicas, lacunas de financiamento e a invisibilização de populações vulneráveis comprometem a implementação e eficácia das ações integradas.

Nesse contexto, instituições como a Embrapa assumem papel estratégico na formulação de soluções sustentáveis e inovadoras, articulando ciência, tecnologia e políticas públicas. Mais do que nunca, torna-se urgente repensar os modelos de desenvolvimento sob uma perspectiva que promova a resiliência ecológica e climática, a equidade e justiça social e a saúde em todas as suas dimensões.

Esse trabalho propõe uma reflexão crítica, inter e transdisciplinar sobre como a abordagem Saúde Única pode (e deve) ser implementada no Brasil, à luz dos desafios locais e globais e potencialidades nacionais. Afinal, proteger a saúde de pessoas, animais, plantas e ecossistemas terrestres e aquáticos, incluindo os oceanos, não é apenas uma escolha ética, mas uma condição para a resiliência e o futuro da vida no planeta.





Foto: FocusStocker (AdobeStock)

Conceitualização, fundamentos e princípios de Saúde Única

A Saúde Única é uma abordagem integrada e unificadora, que visa otimizar e equilibrar a saúde humana, animal, vegetal e ambiental, reconhecendo a interdependência entre esses sistemas. Essa concepção surge a partir da necessidade de compreender os desafios sanitários e ambientais em uma perspectiva ampliada, considerando as conexões entre os diferentes componentes dos ecossistemas.

O conceito de Saúde Única, também denominado Uma Só Saúde ou *One Health*, não é novo, mas tem ganhado maior destaque diante das preocupações crescentes com a saúde em nível global. Trata-se de uma compreensão mais integrada e holística da saúde, que reconhece a interconexão entre a saúde humana, animal, vegetal e o meio ambiente (Levi et al., 2021; FAO et al., 2022). Historicamente, a saúde era tratada de forma fragmentada, com diferentes setores atuando isoladamente – como a saúde humana, veterinária e ambiental. Essa separação dificultava o controle de doenças transmissíveis e a gestão de riscos ambientais, reforçando a necessidade de integração (Zanella, 2016).

Ao longo da história, diversas pandemias evidenciaram a importância de uma visão sistêmica da saúde. Eventos como a peste negra, a gripe espanhola e, mais recentemente, a pandemia de covid-19 (doença causada pelo SARS-CoV2, o coronavírus da síndrome respiratória severa aguda tipo 2) provocaram mudanças profundas na ciência, na política global e nos modos de vida (Morin, 2008; Horta, 2021). De fato, nas últimas décadas, o mundo tem enfrentado uma intensificação de desequilíbrios ecológicos, revelando as conexões entre a degradação ambiental, as mudanças climáticas e a emergência de zoonoses (Jones et al., 2008). Doenças emergem em todos os os continentes, sendo estimada a emergência de um novo patógeno a cada quatro meses, sendo que no último século, 75% das doenças emergentes eram zoonoses. Assim, doenças como o Ebola, a gripe A H1N1 pandêmica, a influenza aviária de alta patogenicidade (IAAP), a Zika e a covid-19, bem como a crescente resistência aos antimicrobianos e os eventos climáticos extremos, demonstram como a saúde planetária está em risco (WHO, 2022a; FAO et al., 2022).

No Brasil, tais desafios se agravam com a degradação de biomas estratégicos, como a Amazônia e o Cerrado, considerados *hotspots* para emergência de doenças, devido a suas elevadas biodiversidades, influenciando diretamente na emergência e propagação de doenças (Ipea, 2023). Esses cenários exigem políticas públicas integradas que considerem as múltiplas dimensões da saúde. Assim, compreende-se que os setores estão profundamente interconectados e que uma abordagem sustentável, transdisciplinar e colaborativa se torna a mais eficaz para enfrentar os desafios locais, regionais e globais (Levi et al., 2021).

Esses cenários exigem políticas públicas integradas que considerem as múltiplas dimensões da saúde

A resposta a ameaças globais, como novas pandemias, resistência a agentes antimicrobianos e mudanças ambientais, precisa ser rápida, integrada, colaborativa e internacional. A detecção precoce de doenças emergentes, a notificação transparente e o compartilhamento de informações, tecnologias e patógenos entre nações são fundamentais para uma resposta eficaz (WHO et al., 2022). Isso exige não somente cooperação entre governos, mas também colaboração intersetorial em nível local, envolvendo as autoridades da saúde, agricultura e meio ambiente (FAO et al., 2022). Esse é um exercício, na maioria das vezes, inédito, não trivial e desafiador pela necessidade de visão holística e interdisciplinar.

A abordagem de Saúde Única não se aplica somente a doenças infecciosas. Ela também abrange áreas como a produção de alimentos nutritivos e seguros, a gestão de recursos naturais, o incentivo a práticas agrícolas, aquícolas e florestais sustentáveis, e o enfrentamento de impactos socioambientais como os da mineração (WHO et al., 2022).

A partir dos anos 2000, o conceito começou a se consolidar institucionalmente, especialmente após a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização Mundial de Saúde Animal (OMSA, antiga OIE) reconhecerem a importância de uma estratégia unificada frente às zoonoses e às ameaças ambientais (Zanella, 2016). Entre 2010 e 2012, fortaleceu-se o paradigma de Saúde Única, promovendo a quebra de silos disciplinares e destacando a importância da prevenção, da equidade e da sustentabilidade em nível mundial.

No Brasil, centros de monitoramento interinstitucionais, programas integrados e estruturas públicas promovem uma visão mais holística da saúde, reconhecendo que os desafios do presente e do futuro exigem ações que articulem saberes, valores e responsabilidades ambientais, sociais e econômicas (Brasil, 2025a). Essa perspectiva é essencial para a construção de um futuro mais justo, resiliente e sustentável.

Saúde Única e organismos internacionais

“A pandemia de covid-19 nos ensinou muitas lições dolorosas. Uma das mais importantes é que só podemos realmente tornar o mundo mais seguro com uma abordagem de Saúde Única que aborde os vínculos íntimos entre a saúde humana, animal e o meio ambiente – e, especialmente, abordando a ameaça existencial das mudanças climáticas”. Tedros Adhanom Ghebreyesus, diretor-geral da Organização Mundial da Saúde (OMS), na COP 27, no Egito, em 2022, convocando todos os países-membros a trabalharem juntos na institucionalização de abordagens de Saúde Única (WHO, 2022c).

Durante a pandemia da covid-19, muitas agências e governos enfatizaram a necessidade de maior coordenação e colaboração entre setores, tanto nacional quanto internacionalmente, para prevenir, preparar e responder melhor a ameaças (WHO et al., 2022). Esse movimento por mais integração foi iniciado em novembro de 2020, no Fórum da Paz de Paris. Na ocasião, a Reunião Ministerial da Aliança para o Multilateralismo solicitou à Tripartite – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), Organização Mundial de Saúde Animal (OMSA) e Organização Mundial da Saúde (OMS) – a criação de um Painel de Especialistas de Alto Nível em Saúde Única (*One Health High-Level Expert Panel*; OHHLEP).

Posteriormente, na 27ª Reunião Executiva Anual Tripartite, em fevereiro de 2021, os parceiros concordaram em estabelecer o OHHLEP para apoiar os países por meio da colaboração em Saúde Única. Com o suporte dos governos da França e da Alemanha, o painel foi oficialmente lançado em maio de 2021, após um processo seletivo rigoroso, que resultou na nomeação de 26 especialistas de 24 países e de diferentes áreas de atuação (WHO et al., 2022).

O OHHLEP é um painel multidisciplinar, com capacidade para fornecer assessoria científica às quatro organizações parceiras, ora conhecidas como a Quadripartite, depois da inclusão do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma). Esse painel atua analisando evidências científicas, produzindo conhecimento e orientações com o objetivo de elaborar uma Teoria da Mudança (TdM) para operacionalizar a Saúde Única, além de propor um sistema de vigilância global e integrado, dentre outros (WHO et al., 2022).

Para apoiar esses objetivos, foram estabelecidos quatro grupos de trabalho: (1) implementação da Saúde Única; (2) inventário de pesquisas e iniciativas em Saúde Única; (3) vigilância em Saúde Única; e (4) análise de risco.

Em seguida, o OHHLEP definiu os seguintes termos de referência:

- 1) Fornecer avaliações científicas relevantes para políticas públicas voltadas à interface entre ecossistemas humanos e animais, além de apontar lacunas de pesquisa.
- 2) Orientar o desenvolvimento de uma abordagem estratégica de longo prazo para redução dos riscos de pandemias zoonóticas, com estruturas de alerta precoce e monitoramento que institucionalizem e implementem a abordagem de Saúde Única (FAO et al., 2022).

Com base no trabalho do OHHLEP, em 2022, as organizações parceiras lançaram oficialmente o Plano de Ação Conjunto 2022–2026 (*One Health Joint Plan of Action*; OH-JPA), que tem como foco a abordagem integrada da Saúde Única. O plano consolidado visa prevenir o surgimento de doenças emergentes, especialmente zoonoses, mitigar os impactos à saúde e aos ecossistemas, e fomentar transformações sistêmicas por meio de ações colaborativas (WHO et al., 2022). Entre seus principais objetivos estão: garantir o acesso à energia limpa, água potável, alimentos seguros e sustentáveis, reduzir desigualdades sociais e enfrentar as mudanças climáticas, promovendo o desenvolvimento sustentável (GLOBAL., 2022).

Nesse sentido, a abordagem de Saúde Única preconizada pelo OHHLEP fundamenta-se em princípios essenciais, como:

Interconectividade: compreensão de que a saúde humana, animal e ambiental é inseparável.

Multidisciplinaridade: integração de diferentes áreas do conhecimento.

Transdisciplinaridade: colaboração com diversos segmentos da sociedade.

Sustentabilidade: desenvolvimento que respeite os limites dos ecossistemas.

Prevenção e mitigação de riscos: estratégias que evitem surtos de doenças e degradação ambiental (WHO et al., 2022).

Abordagem sistêmica e holística

A Saúde Única adota uma visão sistêmica e holística para o entendimento das interações ecológicas e suas implicações para a saúde global. Essa perspectiva considera que os sistemas vivos são dinâmicos e interdependentes, sendo influenciados por variáveis ambientais, sociais e econômicas. É amplamente reconhecido que muitas das doenças emergentes no último século são zoonoses, e os fatores de transbordamento entre as espécies são principalmente de natureza antropogênica, ou seja, são causados pelo comportamento humano. Dentre esses impulsionadores, destaca-se o aumento da população humana e de sua densidade, a urbanização, a intensificação da produção agrícola e pecuária, as mudanças climáticas, a poluição, o desmatamento, invasão de novos habitats, dentre outros. No entanto, a implementação da Saúde Única vai muito além das zoonoses, englobando também a promoção de alimentos nutritivos, segurança alimentar, segurança dos alimentos, resistência aos antimicrobianos, além dos diversos aspectos da saúde ambiental.

É crucial considerar as espécies como parte de sistemas integrados, em vez de tratá-las isoladamente, uma vez que todas as dimensões da existência estão intrinsecamente interligadas de maneira complexa. Ou seja, é necessário se pensar menos em espécies e mais em sistemas. Além disso, enfrenta-se o desafio cultural em capacitar a sociedade para pensar de forma sistêmica, integrando todos os aspectos necessários para uma abordagem multissetorial, multidimensional, multicêntrica e transdisciplinar, essenciais para a efetiva implementação da agenda de Saúde Única. Isso significa que governos, instituições científicas, setores produtivos e comunidades devem atuar conjuntamente para prevenir e mitigar riscos sanitários e ecológicos. A implementação da Saúde Única demanda também a capacitação contínua de profissionais em diferentes campos do conhecimento, promovendo o intercâmbio de informações e o fortalecimento da governança integrada.

O fortalecimento da cooperação internacional e a criação de políticas públicas eficazes são fundamentais para o sucesso dessa abordagem. Além disso, a abordagem sistêmica da Saúde Única está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, principalmente àqueles relacionados à erradicação da fome, promoção da saúde, bem-estar e o bem-viver, ação contra mudanças climáticas e conservação da biodiversidade. A Figura 1 ilustra essa abordagem sistêmica e holística de Saúde Única e a definição do OHHLEP, como descrito abaixo (Machalaba et al., 2023).

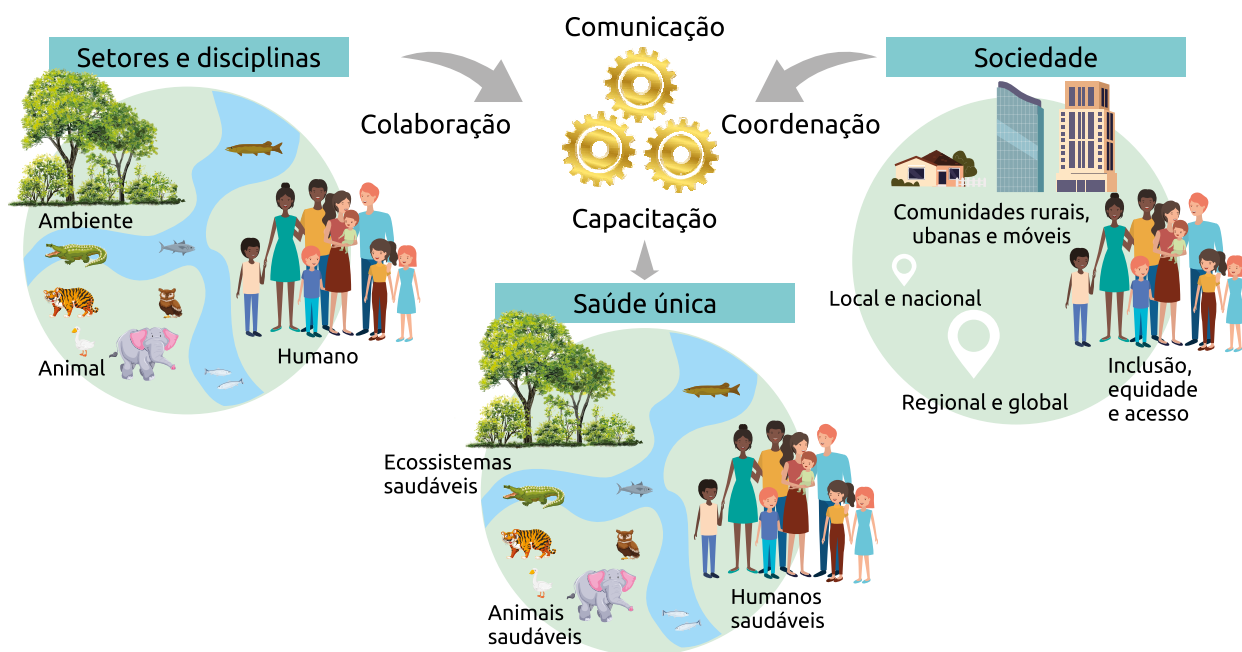


Figura 1. Definição de Saúde única adotada pelo Painel de Especialistas de Alto Nível em Saúde Única (OHHLEP).

Fonte: Adaptado de Machalaba et al. (2023).

Definição de Saúde Única adotada pelo Quadripartite

Dentro da supracitada abordagem sistêmica e holística em Saúde Única, a definição abaixo provém do trabalho do OHHLEP, sendo amplamente adotada desde seu lançamento pelo Quadripartite e demais organizações, ao reunir todos os aspectos e valores citados acima:

Saúde Única é uma abordagem integrada e unificadora que visa equilibrar e otimizar de forma sustentável a saúde de pessoas, animais e ecossistemas. Ela reconhece que a saúde dos humanos, dos animais domésticos e selvagens, das plantas e do meio ambiente em geral (incluindo os ecossistemas) estão intimamente ligados e são interdependentes.

A abordagem mobiliza múltiplos setores, disciplinas e comunidades em diferentes níveis da sociedade para trabalharem juntos, a fim de promover o bem-estar e combater as ameaças à saúde e aos ecossistemas, ao mesmo tempo em que abordam a necessidade coletiva de água, energia e ar limpos, alimentos seguros e nutritivos, tomando medidas contra as mudanças climáticas e contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

Plano de Ação Conjunto (2022–2026) e Teoria da Mudança em Saúde Única (2022–2035)

O OHHLEP também forneceu contribuições cruciais para o desenvolvimento contínuo do Plano de Ação Conjunto (PAC) para a Saúde Única (*One Health Joint Plan of Action* ou JPA-OH 2022–2026). O PAC Saúde Única se trata de um documento estratégico, que delineia o caminho a seguir para a implementação bem-sucedida da abordagem Saúde Única pelos parceiros para enfrentar os problemas globais na interface humano-animal-ecossistema. Isso também se alinha às necessidades fundamentais para alcançar os ODS da ONU e serve como princípios orientadores para formuladores de políticas e cientistas.

Assim sendo, o PAC Saúde Única propõe atividades, orienta para o uso de ferramentas de monitoramento, fornece aconselhamento político e coordena iniciativas intersetoriais em torno da Saúde Única. O PAC utiliza os princípios da Saúde Única para fortalecer a colaboração e a coordenação entre todos os setores.

O plano é construído em torno de seis linhas de ação interdependentes, citadas abaixo, que contribuem coletivamente para alcançar sistemas de saúde e alimentação sustentáveis, reduzir as ameaças globais à saúde e melhorar a gestão dos ecossistemas:

Fortalecimento das capacidades em Saúde Única: Visa fornecer orientação e ferramentas adequadas para a implementação eficaz de abordagens multissetoriais para promover a saúde de humanos, animais, plantas e ecossistemas e para prevenir e gerenciar riscos na interface homem-animal-plantas-meio ambiente.

Zoonoses emergentes e reemergentes: Reduzir o risco e minimizar os impactos locais e globais de epidemias e pandemias zoonóticas, compreendendo as ligações e os fatores que impulsionam o surgimento e a disseminação, adotando a prevenção a montante e fortalecendo os sistemas de vigilância, alerta precoce e resposta da Saúde Única.

Doenças tropicais negligenciadas: Reduzir a carga de doenças zoonóticas endêmicas, doenças tropicais negligenciadas e doenças transmitidas por vetores, apoiando os países na implementação de soluções centradas na comunidade e baseadas em risco, fortalecendo políticas e estruturas legais do nível local ao global e em todos os setores, e aumentando o comprometimento político e o investimento.

Segurança alimentar: Promover a conscientização, mudanças políticas e coordenação de ações entre as partes interessadas para garantir que humanos, animais e ecossistemas alcancem a saúde e permaneçam saudáveis em suas interações com a cadeia de suprimento alimentar.

Resistência aos antimicrobianos: Adotar medidas conjuntas para preservar a eficácia antimicrobiana e garantir acesso sustentável e equitativo aos antimicrobianos para uso responsável e prudente na saúde humana, animal e vegetal.

Integração do meio ambiente à Saúde Única: Proteger e restaurar a biodiversidade, prevenir a degradação dos ecossistemas e do meio ambiente em geral para, em conjunto, apoiar a saúde das pessoas, animais, plantas e ecossistemas, sustentando o desenvolvimento sustentável.

Para ajudar a atingir esses objetivos de forma abrangente, sistemática e sustentável, e em consonância com os princípios subjacentes da abordagem da Saúde Única, o OHHLEP desenvolveu uma teoria da mudança (TdM) abrangente. Essa TdM foi elaborada para orientar o trabalho do OHHLEP e do Quadripartite, além de fornecer uma estrutura conceitual para outras organizações, agências e iniciativas que trabalham em prol de objetivos semelhantes de Saúde Única. Portanto, a TdM considerará resultados de longo prazo, ou seja, até 2035 (o PAC Saúde Única tem como foco principal o ano de 2026). Além disso, incluirá atividades que exigirão ações de partes interessadas além do Quadripartite (por exemplo, parceiros do setor privado, a sociedade civil e a academia), bem como esforços para apoiar a harmonização e a coordenação.

A teoria propõe três trilhas de ação:

- 1) Política, defesa e financiamento.
- 2) Integração organizacional e desenvolvimento setorial.
- 3) Educação, geração de evidências e compartilhamento de conhecimentos.

O Plano de Ação Conjunto da Saúde Única e a teoria da mudança do OHHLEP reforçam-se mutuamente de maneira importante e intencional. Ambos foram elaborados para garantir o

alinhamento e uma compreensão clara da escala e urgência da ação (em consonância com a definição da Saúde Única, mandatos, responsabilidades e formas de trabalho das organizações quadripartites e do OHHLEP). Compartilham um objetivo final semelhante, com uma declaração de impacto comum, para criar: “Um mundo mais capaz de prevenir, antecipar, detectar e responder a ameaças à saúde e melhorar a saúde de seres humanos, animais, plantas e do meio ambiente, contribuindo para o desenvolvimento sustentável”.

Multi, inter e transdisciplinaridade: integração das ciências da vida

A abordagem da Saúde Única (*One Health*) é multifacetada desde sua gênese, demandando a articulação entre diversas disciplinas acadêmicas – medicina, veterinária, ecologia, sociologia, economia, entre outras – para compreender e enfrentar os desafios contemporâneos da saúde global. Essa dimensão multidisciplinar é essencial ao reconhecer que os problemas sanitários não respeitam fronteiras disciplinares: zoonoses, resistência antimicrobiana, degradação ambiental e insegurança alimentar são fenômenos complexos, que se estendem por diversas áreas do conhecimento (Rabinowitz; Conti, 2013; Bird; Mazet, 2018).

No plano interdisciplinar, a Saúde Única promove o diálogo efetivo entre campos de saber, permitindo a construção de respostas integradas. Por exemplo, a vigilância de doenças zoonóticas envolve tanto análises epidemiológicas (medicina humana e veterinária) quanto estudos ambientais (ecologia, climatologia) e sociais (comportamento humano, estruturas comunitárias) (ECDC, 2024). Tal integração é fundamental para identificar padrões de risco e implementar políticas públicas de controle que sejam, ao mesmo tempo, socialmente aceitáveis, tecnicamente precisas e ecologicamente sustentáveis (ECDC, 2024; Tripartite [...], 2022).

A pesquisa contemporânea em saúde e ciências da vida, incluindo as ciências ômicas e medicina especializada, está transformando a prestação de serviços de saúde e impulsionando a agenda da Saúde Única. Tecnologias como genômica e bioinformática desempenham um papel central nesse avanço, ao decodificar dados biológicos complexos que permitem compreender a evolução de patógenos, a dinâmica de transmissão e as interações patógeno-hospedeiro entre espécies e ambientes. Essas ferramentas possibilitam a previsão e mitigação de desafios de doenças emergentes, vetoriais, além de contribuir para a compreensão dos padrões de resistência aos antimicrobianos e o desenvolvimento de estratégias inovadoras de prevenção e tratamento (Scarpa; Casu, 2024). Abordagens interdisciplinares são, portanto, essenciais para integrar dados genômicos, ambientais e epidemiológicos, ampliando a precisão das respostas de saúde pública e reforçando a colaboração entre bioinformatas, matemáticos, ecologistas, epidemiologistas e outros especialistas.

Entretanto, a verdadeira inovação da Saúde Única ocorre quando se adota uma abordagem transdisciplinar – que vai além do simples diálogo entre disciplinas, promovendo a coprodução de conhecimento envolvendo pesquisadores, profissionais, decisores políticos e comunidades. Em contextos como territórios indígenas em Minas Gerais, foram organizados encontros que

reuniram saberes tradicionais e acadêmicos para elaborar estratégias sanitárias adaptadas à realidade local (Oliveira et al., 2025). Esse modelo transdisciplinar reforça a legitimidade das ações em saúde, contribuindo para a justiça social e a efetividade das intervenções.

A aplicação prática dessa construção conjunta de saberes demanda articulação institucional e governança eficaz. *Frameworks* globais, como o Quadripartite (OMS, FAO, OIE e Pnuma), e regional, como o *One Health Framework* do Centro Europeu Para Controle e Prevenção de Doenças (*European Centre for Disease Prevention and Control*; ECDC), vêm estruturando diretrizes para políticas, financiamento, capacitação, pesquisa e comunicação entre setores (ECDC, 2024; Centers for Disease Control and Prevention, 2025b). Essas iniciativas demonstram que a operacionalização da Saúde Única requer coordenação político-institucional sólida, incorporando múltiplas vozes e disciplinas na formulação e execução das estratégias sanitárias.

Adotar de fato esse paradigma significa reconhecer que o bem-estar humano, animal e ambiental constitui uma tríade inseparável, e somente soluções integradas serão capazes de enfrentar crises, como a pandemia de covid-19, acelerar a resposta a surtos emergentes e assegurar sustentabilidade no longo prazo (American Veterinary Medical Association, 2008; Bird; Mazet, 2018). Efetivar uma frente transdisciplinar vai além de políticas: implica um compromisso ético com a equidade, sustentabilidade e democratização do conhecimento. Sem interdisciplinaridade, haveria fragmentação; sem transdisciplinaridade, persiste o risco de exclusão de saberes locais e de perpetuação de modelos hegemônicos.

Em síntese, Saúde Única representa uma revolução epistemológica e prática na gestão da saúde global. Enquanto abordagem multidisciplinar, muda a forma tradicional de pensar os problemas; como interdisciplinar, fortalece soluções colaborativas; em seu aspecto transdisciplinar, promove a construção conjunta de políticas e práticas que respeitam diversidade epistemológica e cultural. Exige, portanto, esquemas robustos de integração institucional, política e social para que realmente supere os atuais desafios sanitários globais.

Efetivar
uma frente
transdisciplinar
vai além de
políticas: implica
um compromisso
ético com a
equidade,
sustentabilidade
e democratização
do conhecimento



Pilares da Saúde Única

A Saúde Única integra os pilares da saúde humana, animal, vegetal e ambiental, reconhecendo suas interdependências frente aos desafios sanitários globais. Essa abordagem promove ações coordenadas para prevenir zoonoses, garantir segurança alimentar, preservar ecossistemas e fortalecer a resiliência socioambiental. Ao articular saúde e sustentabilidade, a perspectiva integrada da Saúde Única oferece soluções eficazes para proteger a vida em todas as suas formas.

A abordagem da Saúde Única (*One Health*) reconhece a interdependência entre quatro pilares fundamentais: saúde humana, saúde animal, saúde vegetal e saúde ambiental. Essa perspectiva integrada é essencial para compreender e enfrentar os desafios sanitários contemporâneos, como as zoonoses emergentes, a insegurança alimentar e as mudanças climáticas. A saúde humana, nesse contexto, não pode ser analisada isoladamente, uma vez que depende da qualidade do meio ambiente, do estado sanitário dos animais e da sanidade dos vegetais que compõem a base alimentar e medicinal das populações.

A saúde animal constitui um componente estratégico da Saúde Única, tendo em vista que cerca de 60% das doenças infecciosas humanas têm origem zoonótica (Weiss; Sankaran, 2022). Além disso, os animais desempenham papel central na segurança alimentar, na economia rural e no bem-estar das comunidades. Por sua vez, a saúde vegetal, muitas vezes negligenciada nas

discussões sobre Saúde Única, é igualmente crucial. Plantas saudáveis sustentam a produção agrícola, previnem o uso excessivo de agrotóxicos e asseguram o fornecimento de alimentos, fibras e princípios ativos farmacêuticos, contribuindo para a saúde pública e para a preservação da biodiversidade.

A saúde ambiental permeia os demais pilares, pois a degradação dos ecossistemas – como o desmatamento, a poluição e a perda de biodiversidade – intensifica o risco de disseminação de doenças, afeta a disponibilidade de água e compromete os serviços ecossistêmicos essenciais à vida. Portanto, a promoção da saúde ambiental requer estratégias intersetoriais que conciliem conservação ambiental, desenvolvimento sustentável e justiça socioambiental. Integrar esses quatro pilares sob o arcabouço da Saúde Única permite respostas mais eficazes e sustentáveis a crises sanitárias globais, ao mesmo tempo em que fortalece a resiliência dos sistemas sociais e ecológicos.

Saúde Única sob a perspectiva da saúde humana

Ter saúde vai muito além da ausência de doenças. A Organização Mundial da Saúde (OMS, ou WHO, na sigla em inglês), em sua constituição de 1946, definiu saúde como “um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não somente a ausência de doença ou enfermidade” (WHO, 1946). Essa definição marcou uma mudança importante no pensamento sanitário, ao incorporar dimensões sociais e psicológicas ao entendimento tradicionalmente biomédico da saúde.

Como resultado, na contemporaneidade, reconhece-se que a saúde é determinada por um conjunto amplo de fatores – conhecidos como determinantes sociais da saúde – que incluem condições de vida, renda, escolaridade, alimentação, moradia, relações sociais, trabalho, acesso a serviços de saúde, entre outros (Dahlgren; Whitehead, 1991; Buss; Pellegrini Filho, 2007). Assim, ter saúde implica não somente funcionar biologicamente de maneira adequada, mas também viver com dignidade, autonomia, liberdade e qualidade de vida.

Além disso, a saúde está intimamente relacionada ao ambiente em que se vive. Pessoas expostas a contextos de violência, guerras, poluição, insegurança alimentar, racismo, desigualdade ou negligência institucional tendem a ter mais dificuldades para manter um bom estado de saúde (Organização Pan-Americana da Saúde, 2021). Portanto, saúde não pode ser compreendida como uma condição individual e estática, mas como um processo coletivo e dinâmico, construído socialmente ao longo da vida.

No campo da promoção da saúde, a Carta de Ottawa (Organização Mundial de Saúde, 1986) reforça que saúde é também a capacidade de identificar e realizar aspirações, satisfazer necessidades e mudar ou lidar com o ambiente. Dessa forma, políticas públicas saudáveis, ambientes seguros e comunidades fortalecidas são pilares fundamentais para garantir que indivíduos e coletividades possam alcançar e manter a saúde.

No contexto brasileiro, a Constituição Federal de 1988 estabelece a saúde como um “direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para

sua promoção, proteção e recuperação” (Brasil, 1988). Essa concepção ampliada fundamenta o Sistema Único de Saúde (SUS), que reconhece a saúde como fruto das condições de vida e da justiça social, e organiza-se com base nos princípios da universalidade, integralidade e equidade, embora considere somente para tangenciar os princípios de Saúde Única.

No entanto, o País ainda enfrenta grandes desafios relacionados à desigualdade social, à distribuição regional dos serviços e à vulnerabilidade de populações específicas, como povos indígenas, quilombolas, ribeirinhos e populações periféricas urbanas.

A diversidade ambiental do território brasileiro também impõe desafios distintos à saúde humana. Nos diferentes biomas – como Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal ou Pampa – as condições ambientais, o uso do solo, a presença de atividades econômicas intensivas e os impactos das mudanças climáticas afetam diretamente os modos de vida e a saúde das populações locais. Nesse sentido, torna-se essencial adotar abordagens integradas como a Saúde Única, que reconhece a interdependência entre as saúdes, especialmente diante de fenômenos como as doenças, a insegurança alimentar e os desastres climáticos.

Portanto, compreender e promover a saúde exige uma visão ampla, sistêmica e comprometida com os direitos humanos, a justiça social e a sustentabilidade socioambiental.

Doenças zoonóticas, emergentes e negligenciadas

Mesmo diante do cenário atual de rápida evolução da pesquisa científica e do conhecimento em diferentes áreas de suporte, bem como de novos equipamentos, métodos, metodologias e instalações de última geração, observa-se a persistência do surgimento de doenças, tanto transmissíveis quanto não transmissíveis, que afetam seres vivos em todos os continentes.

A interconexão entre a saúde humana e animal na abordagem em Saúde Única é crucial para tratar as doenças zoonóticas, que constituem uma porção significativa dos patógenos que acometem humanos, sendo responsáveis por muitas doenças infecciosas emergentes. Estima-se a emergência de um patógeno a cada quatro meses, e que cerca de dois terços das doenças infecciosas emergentes (75%) que acometem humanos sejam provenientes de animais (UNEP, 2016; Taylor et al., 2001).

Os fatores para emergência de doenças são diversos, mas quando se trata de zoonoses, doenças compartilhadas entre homens e animais, é preciso considerar três aspectos fundamentais ou três componentes principais envolvidos neste contexto:

- 1) Hospedeiro, sendo ele humano, animal (doméstico ou silvestre) ou vetoriais (morcego, roedor, insetos, dentre outros).
- 2) Patógeno: vírus, bactérias, parasitos; fungos, dentre outros.
- 3) Ambiente: terrestre ou aquático e a interação entre esses. É importante compreender a biodiversidade e a evolução das espécies e do planeta em que habitamos, assim como a mudança dos costumes.

Zoonoses emergentes surgem em todos os continentes, apesar de existirem *hotspots* que influenciam e de certa forma agilizam a evolução dos agentes patogênicos e sua emergência como doença (Figura 2). Os *hotspots* mais comuns são locais em territórios com elevada biodiversidade como o cinturão tropical do globo. A mudança do clima também tem sido apontada como motivo para a evolução de patógenos. Isso porque o aquecimento global e as alterações ecológicas facilitadas pelo uso da terra têm modificado os *hotspots*.

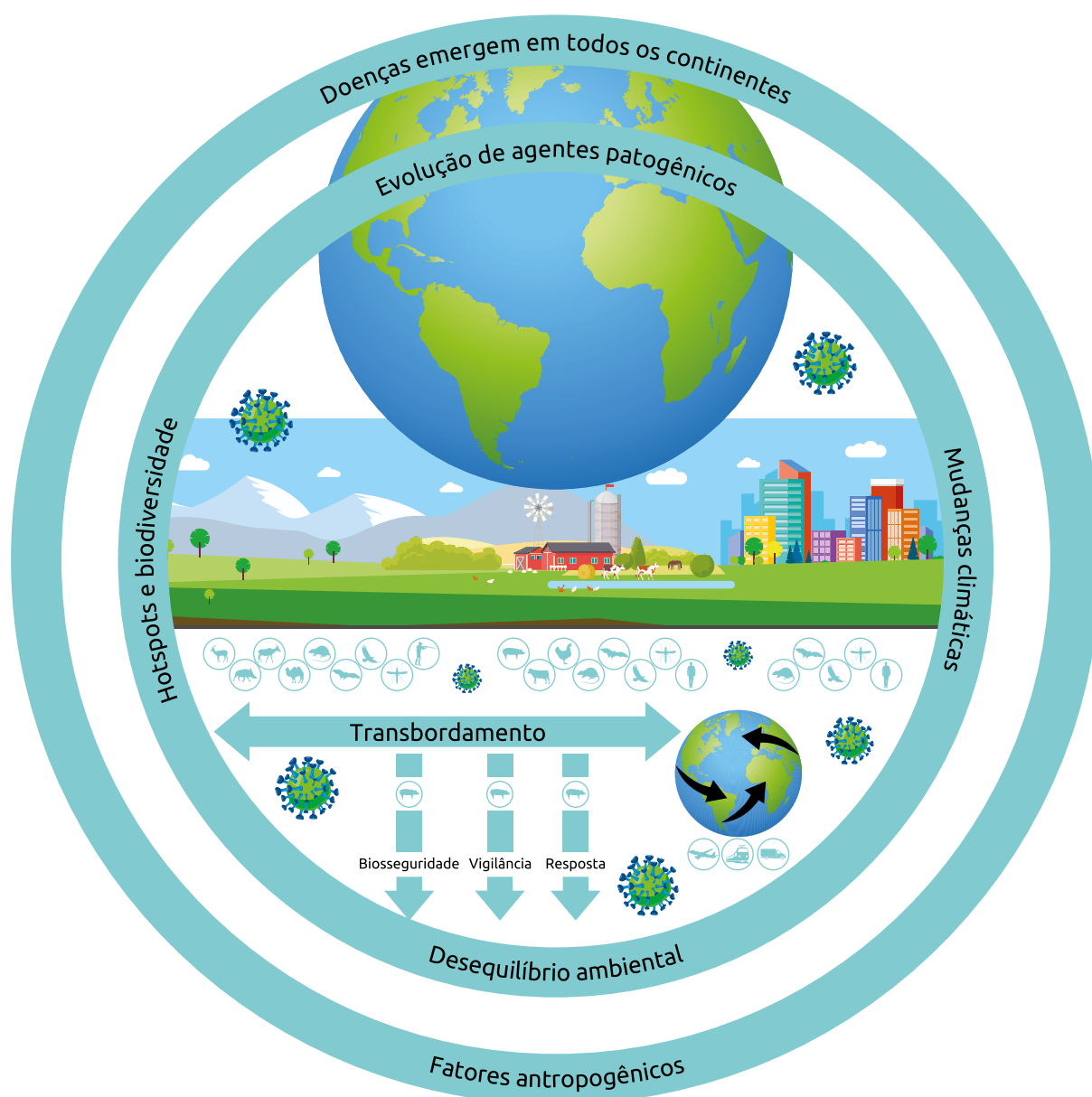


Figura 2. Exemplificação de fatores de transbordamento de zoonoses emergentes.

Ilustração: Janice Reis Ciacchi.

Fonte: Zanella e Zanella (2024) e Zanella (2023).

Contextualizando, dezenas de fatores têm sido elencados como aceleradores de emergência das zoonoses emergentes, mas o principal é a expansão da população humana, ou seja, mais hospedeiros para que patógenos zoonóticos infectem e neles evoluam, propagando assim para os demais. Entre outros fatores relevantes, há a invasão de novas fronteiras antes inabitadas; a alteração das práticas de manejo de criação animal, como o confinamento ou alteração de sua nutrição; a interação mais próxima com animais (e vetores) silvestres, tanto no habitat silvestre como em mercados ou criatórios; mudanças no meio ambiente e aquisição de novos fatores de virulência pelos patógenos (gerando variantes). Mudanças ambientais também incluem a aceleração da urbanização e surgimento de grandes aglomerados urbanos, ocasionando maior contato entre pessoas, crises de abastecimento, poluição do ar, do solo e da água, dentre outros. Guerras, conflitos políticos e migrações têm comprovadamente impactado a saúde global. Tudo isso demonstra que, agentes patogênicos como vírus e bactérias, antes restritos a determinadas regiões, desloquem-se, causando transbordamento para novos hospedeiros. Alterações em cursos dos rios e da qualidade da água também são fatores importantes. O intenso trânsito de pessoas tem também possibilitado a rápida disseminação de doenças pelo mundo. O envelhecimento da população tem propiciado alterações da imunidade, tornando essa faixa etária mais suscetível a doenças. Isso sem contar com a evolução natural dos patógenos, algo inevitável como parte da dinâmica biológica desses organismos, mas que pode ser acelerado sob condições ambientais favoráveis ao agente causal. Nesse cenário, torna-se importante a implantação de estratégias e ferramentas para biossegurança, vigilância e estudo da evolução bacteriana, viral, fúngica e de parasitas e vetores, em seus respectivos ambientes, incluindo o estudo da diversidade e respectiva identificação e caracterização biológica (Taylor et. al., 2001; Jones et al., 2008).

Em resumo, a maioria dos fatores são impostos pela interferência humana e desequilíbrio entre esses três componentes, conforme citado a seguir.

Hospedeiro: aumento da população humana, urbanização, aglomerações, globalização e envelhecimento da população. Inclui também as alterações das práticas de manejo com produção mais intensiva, também a maior interação de animais silvestres com animais domésticos e vetores (morcegos, roedores, répteis, mosquitos, carrapatos) com seres humanos.

Agente: evolução natural ou desencadeada por fatores externos como mutação, rearranjo ou recombinação – os vírus, bactérias e parasitos buscam evoluir para se adaptar a espécie hospedeira. Com isso, podem adquirir novos fatores de virulência e infectarem outras espécies, às vezes com maior virulência.

Meio ambiente: mudanças que acometem o planeta, sejam quais forem seus impactos e escalas, como mudanças climáticas, expansão das áreas urbanas e agrícolas, mudança nos leitos de mananciais, rios e represas, queimadas, alterando o habitat de plantas, vetores, animais e de comunidades que vivem no seu entorno.

O Banco Mundial estima que as doenças zoonóticas afetam mais de 2 bilhões de pessoas em todo o mundo, causando mais de 2 milhões de mortes todos os anos, resultando em surtos com impactos significativos na saúde pública e na economia (Global [..], 2020). A covid-19,

doença causada pelo coronavírus (SARS-CoV-2), instigou a discussão sobre a vigilância de doenças emergentes, especialmente as de origem zoonótica. No entanto, os desafios permanecem, como a dificuldade em estimar o risco de transmissão de novas doenças animais para humanos, o que pode levar a crises de saúde pública, conforme demonstrado pela pandemia de covid-19 (Brugère-Picoux et al., 2021). Nas últimas três décadas, outros coronavírus foram associados a algumas epidemias regionais, mas medidas apropriadas evitaram sua propagação global. Exemplos incluem a Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS) e a Síndrome Respiratória do Oriente Médio (MERS) e o Ebola (Pieri, 2019). A OMS elaborou uma lista de patógenos prioritários, que inclui os agentes bacterianos, fúngicos e virais mais preocupantes para a saúde pública. Essa lista visa alertar a comunidade médica e científica sobre a urgência em criar novos antibióticos, vacinas e outras terapias para tratar infecções causadas por esses patógenos, além de ressaltar a importância de reforçar os sistemas de saúde para enfrentar a resistência aos medicamentos (WHO, 2018, 2024).

De maneira idêntica, o monitoramento de doenças zoonóticas tanto em animais silvestres como nos domésticos, doenças como a raiva, brucelose, tuberculose bovina, leptospirose, febre amarela, influências (aviária de alta patogenicidade ou suína), coronaviroses (Sars-CoV), dentre outras, envolve a vigilância contínua de agentes patogênicos que podem ser transmitidos entre animais e humanos. Esse processo inclui a coleta de dados em populações animais (domésticas e silvestres), vigilância epidemiológica em humanos, análise laboratorial e uso de sistemas de informação geográfica para identificar padrões e surtos. Como exemplo, pode ser citada a brucelose, uma infecção bacteriana zoonótica significativa em todo o mundo, que afeta animais domésticos e várias espécies de vida selvagem. Essa doença tem um forte impacto ocupacional, particularmente entre trabalhadores rurais, trabalhadores de frigoríficos, veterinários e profissionais de laboratório. Outra zoonose de elevada importância mundial é a influenza ou gripe. Nos últimos 100 anos, houve quatro pandemias causadas pelo vírus da influenza. A importância da gripe como uma doença zoonótica reside em sua capacidade de se propagar a partir de espécies animais (silvestres ou domésticas) para humanos, e do vírus ter grande capacidade de mutações e recombinações genéticas, levando a consequências públicas e econômicas significativas. A gripe aviária, por exemplo, pode causar doenças graves e potencialmente fatais, impacto econômico significativo e o surgimento de novos vírus de influenza. Monitorar vírus da gripe aviária e outros vírus da influenza é crucial para prevenir surtos e epidemias. Em suma, entender a transmissão, a capacidade de mutação e o risco de novos vírus da influenza é essencial para prevenir surtos e pandemias. É necessária uma integração de esforços dos setores humano, animal e ambiental para tornar o controle mais eficiente e reduzir o risco de zoonoses em humanos.

Todavia, o impacto da saúde animal na saúde humana vai além das doenças zoonóticas; também inclui efeitos indiretos, por meio de mudanças na produtividade agrícola, nutrição e distribuição de renda, bem como impactos relacionados à indústria, como resistência aos

O Banco Mundial estima que as doenças zoonóticas afetam mais de 2 bilhões de pessoas em todo o mundo, causando mais de 2 milhões de mortes todos os anos

antimicrobianos e mudanças climáticas (Devleesschauwer et al., 2024), além da rentabilidade da atividade agropecuária e agroindustrial. Em geral, adotar uma perspectiva holística de Saúde Única oferece oportunidades promissoras para mitigar o impacto de doenças infecciosas e promover a coexistência sustentável entre humanos, animais e o meio ambiente (Pettan-Brewer et al., 2023).

Resistência aos antimicrobianos

A resistência aos antimicrobianos (RAM) é um dos desafios mais críticos da saúde global. Logo, disciplinar o uso de antimicrobianos é prioridade mundial para organismos como a OMS, FAO, OMSA (World Organization for Animal Health, 2023), o Codex Alimentarius, a Federação Internacional do Leite (FIL/IDF), dentre outros, pois a RAM figura como um dos mais urgentes e críticos problemas mundiais de saúde pública (Codex Alimentarius Commission, 1999). Dados da *Central of Control Disease* (CDC) indicam que 6 das 18 ameaças mais alarmantes de resistência a antibióticos custam aos EUA mais de 4,6 bilhões de dólares anualmente (Centers for Disease Control and Prevention, 2025a).

A RAM é um mecanismo biológico bastante conhecido nas bactérias, embora sua proliferação contemporânea tenha sido intensificada pelo uso da terapia com antimicrobianos desde a década de 1940. Amostras ambientais e humanas antigas revelaram a existência de bactérias e de genes de resistência a antimicrobianos. De fato, D’Costa e colaboradores, ao analisar sedimentos permanentemente congelados (permafrost) no Canadá, com cerca de 30 mil anos, demonstraram que a existência de genes de resistência a antimicrobianos remonta a milhares de anos, com genes de resistência em DNA ancestral (aDNA) microbiano abrangendo diversas classes de antimicrobianos, incluindo β -lactâmicos, tetraciclinas, macrolídeos, fenicóis e vancomicina. Ou seja, a resistência aos antimicrobianos não é um fenômeno recente, mas tem sido intensificada mais recentemente pelo aumento da pressão seletiva advinda do uso crescente de antimicrobianos em animais e humanos nas últimas décadas (D’Costa et al., 2011).

Embora o uso de antimicrobianos em saúde humana e animal seja prática comum há pelo menos 70 anos (Looft et al., 2012), somente nas últimas décadas, devido ao impacto de microrganismos resistentes a antimicrobianos, iniciaram-se pesquisas para o desenvolvimento de sistemas de produção com uso prudente de antimicrobianos e, mais recentemente, sobre a dispersão de genes de resistência no ambiente (Zhu et al., 2013). Nesse sentido, cientistas esclarecem que a RAM ocorre quando microrganismos persistem ou crescem na presença de medicamentos projetados para inibi-los ou matá-los, tornando tais tratamentos ineficazes. E esse fenômeno é acelerado por:

- Uso indevido e excessivo de antimicrobianos para tratar, prevenir ou controlar doenças em humanos, animais e plantas.
- Adição de antimicrobianos à ração animal para estimular o crescimento e a produção.

Globalmente, estima-se que 73% de todos os antimicrobianos vendidos são usados em animais criados para alimentação. E 80% desses antimicrobianos são excretados na água e no solo, sendo que os microrganismos no ambiente que possuem resistência natural a esses antimicrobianos transmitem resistência a outras bactérias e fungos causadores de doenças (Fundação Oswaldo Cruz, 2023).

Nos desafios da RAM, as rotas de transmissão entre humanos, animais e o ambiente (Figura 3) demonstram a complexidade do problema. Ou seja, o ambiente é a maior fonte e reservatório de RAM, segundo seus ecossistemas de solo, aquáticos, atmosféricos, e as formas de vida neles existentes (Surette; Wright, 2017). Dentre esses ecossistemas, o solo é considerado o mais importante para estudo da resistência emergente ou reemergente aos antimicrobianos, mesmo porque a maioria dos antimicrobianos mais importantes advém de actinomicetos do solo (D'Costa et al., 2006).

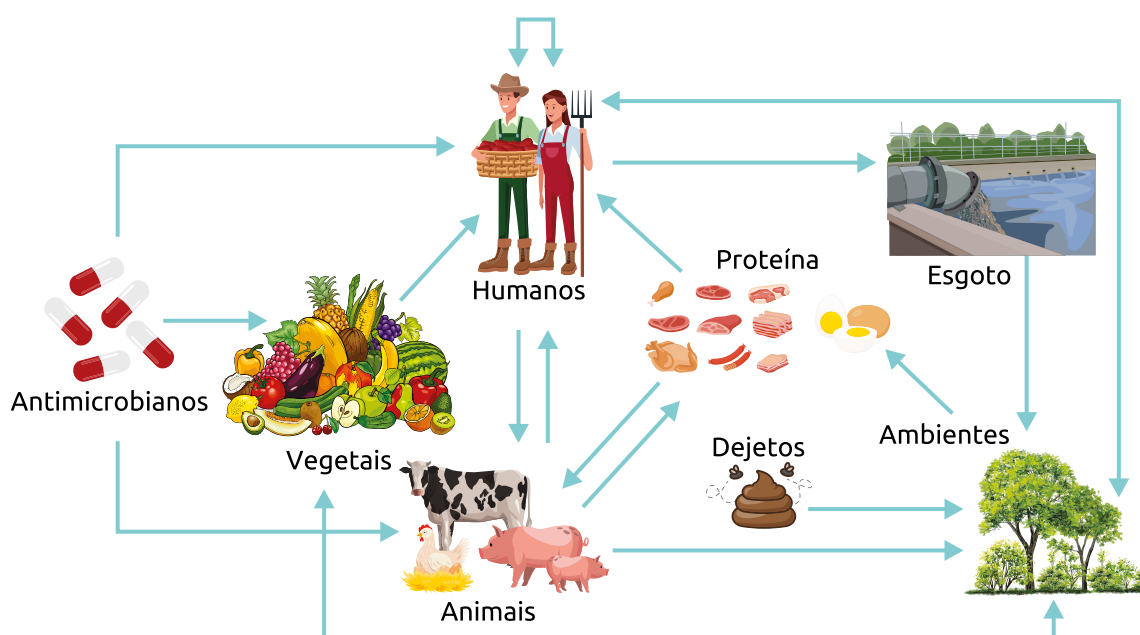


Figura 3. Representação esquemática das rotas de transmissão da resistência antimicrobiana entre humanos, animais, plantas e o ambiente.

Fonte: Adaptado de Mesfin et al. (2024)

A pecuária intensiva e a produção volumosa de dejetos oferecem riscos, pois os dejetos contêm patógenos como enterobactérias (*Salmonella* sp. e *Escherichia coli*), clostrídios, micobactérias, além de príons e alguns parasitos. Além dos patógenos, os dejetos contêm resíduos de antimicrobianos e bactérias resistentes aos antimicrobianos. Estudos de RAM em saúde animal indicaram que no dejetos suíno (85/89 amostras) existem resíduos de antimicrobianos e presença de *Salmonella* multirresistente, e *Escherichia coli* resistente à quinolona e cefalosporina (críticos para a saúde humana, segundo dados da WHO, 2019). Foi demonstrado que a disseminação das moléculas de antimicrobianos é influenciada pela forma de distribuição do

dejetos na superfície do solo, bem como pelo regime de chuvas, aumentando sua concentração nas fontes de água. No caso dos genes de RAM, essas relações não são tão evidentes. O Brasil é um dos cinco maiores consumidores de antimicrobianos no mundo e continuará nessa posição até 2030. Segundo a OMS, na suinocultura brasileira, esse consumo figura como 358 mg de antimicrobianos por quilograma de suíno produzido (sendo a média global de 172 mg/kg) com moléculas “criticamente importantes para humanos” (Kich, et al., 2024).

Em síntese, ao analisar o desafio da resistência aos antimicrobianos sob a perspectiva de Saúde Única, quanto à sua natureza intersetorial e multidimensional, comprova-se que o uso excessivo desses medicamentos em múltiplos setores (humano, animal e agricultura) é o principal problema a ser abordado. Além do uso, a propagação de bactérias resistentes e seus genes, local e globalmente, é outro grande propulsor da resistência aos antimicrobianos. Em todos os ambientes onde são utilizados antimicrobianos existem reservatórios de resistência, sendo preservados e eventualmente magnificados pelo controle precário das infecções, contaminação ambiental, além do movimento geográfico de animais e humanos, segundo McEwen e Colligong (2017).

Impactos ambientais na saúde humana

Ao longo da vida na Terra, eventos climáticos extremos, como ondas de calor e enchentes, têm causado impactos diretos na saúde humana, exacerbando vulnerabilidades sociais e sanitárias. Esses eventos extremos têm se agravado e ampliado seus impactos, em decorrência das mudanças climáticas, em especial. A poluição ambiental, a degradação dos ecossistemas e o deslocamento de populações também contribuem para o aumento da incidência de doenças respiratórias, cardiovasculares e infecciosas. Nesse contexto, foram dramaticamente agravadas diversas vulnerabilidades, bem como reveladas tantas outras, especialmente em respeito a grupos populacionais historicamente vulneráveis.

A poluição do ar, da água e do solo tem impacto direto na saúde pública, sendo associada ao aumento de doenças respiratórias, cânceres e distúrbios hormonais. A contaminação ambiental compromete a qualidade de vida das populações e eleva a incidência de enfermidades relacionadas à exposição a agentes tóxicos. Um caso emblemático nesse tema é a situação de saúde dos povos indígenas Mundurucus quanto às práticas de garimpo ilegal, como tem acontecido na região do Tapajós. Nessas pessoas e no ambiente onde habitam foram encontrados altos níveis de contaminação por mercúrio, devidamente monitorado por agentes de saúde da Fiocruz (Eckert; Rial, 2023). Esse caso foi também documentado num longa-metragem dirigido pelo cineasta Jorge Bodanzki intitulado *Amazônia – Uma nova Minamata* (Eckert; Rial, 2023), em referência à situação de Minamata, no Japão, inclusive com imagens comparando os sintomas das doenças causadas pela contaminação de mercúrio (Eckert; Rial, 2023). Ainda sobre a mineração, Cocato (2022) faz uma resenha importante do livro *Mineração, genealogia do desastre: o extrativismo na América como origem da Modernidade*, de Horácio de Machado Araóz (2020). Fundamentalmente, é discutida “a violência da atividade mineradora e os traumas que dela decorrem, violência que sangra lugares e pessoas, que resulta em crimes mascarados de acidentes ou tragédias”.

O desmatamento e a perda de biodiversidade aumentam a exposição a patógenos, facilitando o surgimento de novas doenças. Assim sendo, o desmatamento, a intensificação da produção agrícola e pecuária e as mudanças climáticas têm sido associados ao surgimento dos vírus SARS-CoV-2, Zika, Ebola, HIV e Nipah, vírus zoonóticos que causam doenças infecciosas em humanos. Cada um tem características distintas em termos de transmissão, sintomas e gravidade. O vírus Zika, transmitido por mosquitos, pode causar sintomas leves, mas está associado a complicações graves em mulheres grávidas, como a microcefalia. O Ebola é uma doença hemorrágica grave e potencialmente fatal, transmitida pelo contato com fluidos corporais de pessoas infectadas. O HIV (Vírus da Imunodeficiência Humana) é o vírus que causa a AIDS (Síndrome da Imunodeficiência Adquirida), é transmitido principalmente por contato sexual e compartilhamento de agulhas, e afeta o sistema imunológico. O vírus Nipah, uma zoonose, é transmitido de animais para humanos, principalmente por contato com morcegos e suínos, e pode causar doenças respiratórias graves e encefalite. É fundamental mencionar que espécies exóticas invasoras também afetam a disseminação de doenças por amplificação de patógenos locais.

Dentre as doenças emergentes associadas a impactos ambientais figura a febre de Oropouche no Brasil. A febre do Oropouche é um dos casos notáveis de estudo e aplicação dos conceitos de Saúde Única, devido ao seu potencial de impacto nas comunidades humanas, animais e ambientais, principalmente em áreas tropicais e subtropicais. A doença, transmitida por mosquitos, frequentemente associados a determinadas culturas agrícolas, tais como bananeiras e cafeeiros, pode ter consequências significativas para a saúde pública, incluindo casos graves e, em algumas situações, óbitos. Na saúde humana a doença tem potencial epidêmico, exigindo vigilância e ações de controle para evitar a disseminação. A doença manifesta sintomas semelhantes à dengue e chikungunya, e a infecção durante a gestação pode ter consequências graves para o feto, incluindo óbito fetal e possíveis defeitos congênitos. A subnotificação e o pouco conhecimento acerca da doença dificultam a prevenção e controle. Sabe-se que a febre de Oropouche tem um ciclo de transmissão complexo, envolvendo animais selvagens e domésticos, além do homem. Estudos em animais podem fornecer informações importantes sobre a dinâmica da doença, a resposta imune e a eficácia de possíveis tratamentos, bem como subsidiar práticas assertivas de intervenção (Cola et al., 2025).

A modelagem espacial desenvolvida por Allen et al. (2017) demonstrou que os eventos de doenças infecciosas emergentes estão fortemente associados a regiões tropicais com florestas densas, elevada riqueza de espécies de mamíferos e mudanças no uso da terra, especialmente aquelas relacionadas à atividade agropecuária. Tais áreas, por suas características ecológicas e dinâmicas socioambientais, são consideradas *hotspots* de risco para novas zoonoses. Assim, a vigilância em saúde deve ser estrategicamente concentrada nesses territórios para prevenção e resposta rápida a possíveis surtos.

Adicionalmente, o estudo aponta que há uma correlação entre biodiversidade de mamíferos e o risco de emergência de doenças zoonóticas, sendo que uma maior diversidade de hospedeiros pode significar um reservatório patogênico mais profundo, aumentando a probabilidade de surgimento de patógenos zoonóticos inéditos (Allen et al., 2017). Embora existam debates sobre o efeito da biodiversidade na regulação das doenças, o trabalho corrobora a ideia de que essa relação é complexa e contexto-dependente.

Nesse sentido, os custos preventivos para evitar pandemias por meio da conservação florestal e do controle do comércio de fauna silvestre são significativamente menores do que os custos efetivos para lidar com surtos em larga escala. Por exemplo, estimativas indicam que o investimento destinado à prevenção do desmatamento tropical e à regulamentação do comércio de vida selvagem representaria apenas 2% dos gastos globais com o enfrentamento da covid-19 (Hernández-Blanco et al., 2022)

Segurança alimentar e nutricional (SAN)

O conceito de Saúde Única reforça que a segurança alimentar, a segurança de alimentos e nutricional não podem ser tratadas indissociadamente, em relação à saúde humana, animal ou do meio ambiente, pois a saúde de um componente afeta a saúde do outro, sendo, desse modo, interconectadas. Tal abordagem é explicitada nas linhas de ação do Plano de Ação Conjunto em Saúde Única, documento do Quadripartite, na linha de ação 4.

Em termos conceituais, a “segurança alimentar” compreende o acesso de todas as pessoas a alimentos suficientes, nutritivos e de qualidade, e a “segurança de alimentos” refere-se à garantia de que os alimentos são seguros para o consumo, ou seja, livres de contaminantes biológicos, químicos e físicos que possam causar doenças. Como direito humano fundamental, cada pessoa deve dispor de alimentação adequada para não ser acometida pela fome e pela desnutrição, fatores que ainda afetam parte expressiva da população brasileira e mundial. O alimento deve ser disponibilizado em quantidade e qualidade para que seja respeitado o direito fundamental de cada ser humano.

Complementarmente, a segurança alimentar envolve não apenas a quantidade e qualidade dos alimentos, mas também aspectos como diversidade nutricional, sustentabilidade dos sistemas de produção, responsabilidade social e integração entre biomas e populações.

No Brasil, esse é um desafio urgente: entre 2020 e 2022, 21 milhões de pessoas enfrentaram insegurança alimentar grave, 70,3 milhões estavam em situação moderada ou leve, e 10 milhões sofriam de desnutrição (FAO, 2023b).

Segundo a OMS, o aumento da longevidade global, de 6,6 anos, superou o aumento dos anos de vida saudáveis (*Health-Adjusted Life Expectancy*; HALE), de 5,4 anos (WHO, 2023), o que sugere a importância de uma agenda em prol da melhoria contínua da efetiva qualidade das condições de vida no Brasil e no mundo via Saúde Única, na qual a alimentação desempenha papel importante, tanto em termos de aporte e qualidade nutricional, como de segurança dos alimentos.

Saúde Única e contaminantes em alimentos

O relatório *Food for Thought 2025* (em português, *Alimento para o Pensamento*) mostra que um total de 1.392 americanos em 2024 adoeceram após consumir algum alimento contaminado,

contra 1.118 em 2023 (Murray; Cope, 2025). Muitos surtos de doenças transmitidas por alimentos ocorrem devido à contaminação dos alimentos por uma fonte animal ou ambiental, antes de chegarem ao ponto de preparação final e consumo.

No Brasil, os relatos do Ministério da Saúde destacam surtos de doenças de transmissão hídrica e alimentar no período de 2014 a 2023. Ressaltam-se os anos de 2021, 2022 e 2023, em que o número de surtos foi de 546, 811 e 1.162, com letalidade de 0, 12, 0,07 e 0,16; respectivamente (Brasil, 2024c). Por questões culturais e por fragilidade do sistema oficial de registros, certamente é estimada subnotificação no número de casos no Brasil.

De fato, à medida que a população cresce, a segurança alimentar enfrenta desafios diversos centrados na logística e acesso para o fornecimento de alimentos nutritivos e seguros, enquanto novas ameaças surgem, com novos desafios para o controle da contaminação microbiana em produtos agrícolas frescos ou processados, além de desastres naturais e doenças migratórias de outras regiões e países.

Saúde Única e a segurança alimentar

A Saúde Única tem o potencial de promover o foco holístico e sistêmico na contribuição para o cuidado dos problemas mencionados, com táticas e estratégias que possam interagir com os princípios transformadores, tais como a abordagem de economia circular, envolvendo diferentes organizações em todos os níveis (Cervantes et al., 2024), abrangendo diferentes regiões e cadeias de produção e permeando sistemas agroalimentares sustentáveis (Aschemann-Witzel et al., 2021; Rosenthal et al., 2021). Ao projetar processos alimentares circulares, as organizações devem repensar as soluções, especialmente na fase de projeto, e otimizar o processo de produção para permitir a circulação de produtos e recursos, evitando a criação, geração ou liberação de resíduos prejudiciais e perdas (FAO, 2024a).

Igualmente, garantir a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) representa um desafio nacional e global, a ponto de ser priorizado pelos ODS da Agenda 2030 da ONU, em especial no que é abrangido pelo ODS 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável. Ao olhar para a vertente de segurança nutricional, existe uma sinalização de que a Saúde Única deve estar entre as discussões do cenário de insegurança alimentar, entretanto, alcançar o ODS 2 tem sido um desafio. Entre 713 e 757 milhões de pessoas podem ter enfrentado fome em 2023, ou seja, 1 em cada 11 pessoas no mundo, sendo 1 em cada 5 no continente africano. Ao mesmo tempo que a fome continua aumentando na África, os índices na Ásia permaneceram relativamente inalterados e progressos notáveis foram alcançados na região da América Latina e do Caribe (FAO, 2024b).

A segurança alimentar e nutricional é impactada pela produtividade dos sistemas alimentares, que é por vezes comprometida por ameaças biológicas (incluindo pragas e doenças transfronteiriças, zoonoses, organismos resistentes a antimicrobianos, riscos à segurança alimentar e espécies exóticas invasoras), cuja invasão ou ressurgimento dá origem a emergências nacionais ou regionais de segurança alimentar. As consequências dessas ameaças estão crescendo,

constituindo a maioria das perdas, estimadas em US\$ 124 bilhões anuais, devido a emergências que afetam os sistemas agroalimentares com enormes consequências para a saúde global, além dos riscos e perigos aos alimentos destinados ao consumo (Global, 2022).

A insegurança alimentar decorre da produção insuficiente de alimentos e falta de acesso à alimentação de qualidade, mas também pelo intenso consumo de alimentos com aporte nutricional inadequado (Ames, 2018). Esse quadro é especialmente preocupante em se tratando de populações de baixa renda e em vulnerabilidade social, sendo nos meios urbano ou rural. Ao mesmo tempo, em que populações de países mais pobres tendem a ser mais expostas a uma alimentação de qualidade deficiente, gerando desnutrição, permanecendo mais suscetíveis a enfermidades veiculadas por alimentos, que podem comprometer a saúde em curto, médio e longo prazo.

O enfrentamento dessa situação pode ser obtido por maior facilidade de acesso a alimentos nutritivos, bem como por meio de suplementação (em casos agudos), fortificação (de produtos processados) e pela biofortificação, situações em que alimentos com teores de nutrientes naturalmente elevados em relação aos teores médios da maioria dos genótipos contribuem para a redução da insegurança nutricional, desde que biodisponíveis.

Ações para garantir a produção de alimentos e minimizar os cenários da insegurança alimentar são discutidas em diversas organizações. Nesse aspecto, vale assinalar que a Embrapa vem coordenando uma rede de pesquisa e transferência de tecnologia denominada BioFort, com resultados com alto potencial de alavancagem por meio de políticas públicas. A biofortificação de alimentos é um instrumento de combate à fome, mas, sobretudo, é uma estratégia ainda mais importante para combater a deficiência de nutrientes essenciais, como ferro, zinco e vitamina A, contribuindo para a saúde e bem-estar das pessoas, em especial crianças, idosos e populações em condições de vulnerabilidade (Birol et al., 2021).

O papel da qualidade, segurança e integridade dos alimentos em dietas saudáveis também não pode ser negligenciado. Esses fatores devem ser atendidos principalmente no tocante às doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), a exemplo da obesidade, diabetes e hipertensão, relevantes na agenda de Saúde Única. O aumento crescente da obesidade em vários países tem sido positivamente correlacionado ao desenvolvimento de outras DCNT. Nesse sentido, surgem desafios e oportunidades em saúde pública, pela rápida emergência do comércio local, global e digital de alimentos como parte da transição digital, face às mudanças na dinâmica de vida de sociedades em todo o mundo (Fernandez; Raine, 2021).

Estratégias para o fortalecimento dos sistemas alimentares e interação com a Saúde Única

Em função do equilíbrio entre os pilares da Saúde Única para garantir a segurança alimentar e nutricional e a relevância na saúde do planeta, algumas estratégias são importantes para o fortalecimento dos sistemas alimentares, além de entregar ao consumidor produtos seguros e de qualidade.

Algumas tecnologias na agricultura devem ser direcionadas para promover as desejáveis inter-relações entre meio ambiente e segurança alimentar. Além disso, deve ser considerada a exploração de fontes alternativas de alimentos que trazem aportes proteicos relevantes e de nutrientes essenciais para a nutrição humana, podendo ser uma via adicional para contribuir para a segurança alimentar sustentável, com base na sociobiodiversidade e no aproveitamento de coprodutos, atendendo aos princípios da economia circular. O aproveitamento e valorização de resíduos da obtenção de alimentos e ingredientes saudáveis podem contribuir relevantemente para a segurança alimentar, propiciando maior e mais sustentável utilização de recursos, contribuindo para redução nas perdas de biomateriais com potencial negativo de impacto ambiental, caso não sejam adequadamente aproveitados (Aschemann-Witzel et. al., 2021)

Práticas de produção e tecnologias de conservação e/ou transformação de matérias-primas que maximizem a segurança dos alimentos devem ser adotadas ao longo da cadeia de produção, com visão complementar sistêmica, com procedimentos e obstáculos à contaminação e à deterioração adotados nas várias etapas, segundo métodos combinados, contemplando efeitos aditivos ou sinérgicos e evitando interação antagônica dos procedimentos e obstáculos adotados. Por outro lado, tecnologias de preservação que garantam a segurança e simultaneamente as qualidades nutricionais e sensoriais dos produtos têm sido consideradas alternativas aos processos usuais, sobretudo aos processos térmicos de elevada intensidade, como a esterilização térmica convencional, considerando o binômio tempo-temperatura de processo. Tecnologias não térmicas e emergentes, como alta pressão, ultrassom, radiação ultravioleta, plasma a frio, campos elétricos pulsantes, entre outras, têm sido pesquisadas e aplicadas industrialmente para conservação de diferentes produtos de distintas cadeias de produção, bem como para extração de compostos bioativos de resíduos para obtenção de coprodutos, e de produtos saudáveis e sustentáveis (Lima; Rosenthal, 2022; Rosenthal et al., 2021). Tais tecnologias, processos mínimos ou mesmo convencionais otimizados, podem ser empregadas de modo integrado frente a outros obstáculos, como atmosfera modificada ou controlada, ou utilização de antimicrobianos diretamente ao produto, ou incorporados em embalagens, ou ainda como coberturas comestíveis (Gonçalves et al., 2021; Oliveira et al., 2023).

Os padrões de consumo têm passado por mudanças da alimentação que invocam o tripé sensorialidade-saudabilidade-sustentabilidade, incluindo a responsabilidade social. Também os mercados demandam desenvolvimento de alimentos processados (derivados de leite, vegetais, carnes e grãos) diferenciados, com menor uso de aditivos sintéticos, em alinhamento com a tendência *clean label*, demandando a exploração de matérias-primas regionais para produção de aditivos naturais, como corantes, que sejam eficientes e estáveis, além de garantir seus benefícios agregados para a saúde do consumidor e do ambiente. Nesse sentido, também se destaca o uso de antimicrobianos naturais para conservação de alimentos, como certos óleos essenciais, bem como o emprego de microrganismos benéficos à saúde, como os probióticos. Dessa forma, os aspectos de funcionalidade intrínseca aos alimentos (a exemplo de compostos bioativos desejáveis, inerentes aos biomas originários), bem como a funcionalidade agregada (a exemplo de alimentos fermentados com características probióticas, prebióticas e simbióticas e de alimentos biofortificados) têm recebido crescente atenção (Birol et al., 2021).

O sistema de produção de alimentos reflete a complexidade do contexto da saúde (Degeling et al., 2015). Com o aumento e adensamento da população humana, os sistemas de produção primária são intensificados na busca por maior produtividade de alimentos, tendendo a requerer uso intensificado de agrotóxicos, produtos de uso veterinário, fertilizantes e outros insumos. Como resultado, torna-se importante avaliar os riscos associados aos resíduos e contaminantes químicos, biológicos e físicos respectivos a esses processos, tanto nos alimentos resultantes como no próprio ambiente produtivo (Destoumieux-Garzón et al., 2018).

A complexidade e a natureza sistêmica dos problemas de saúde são inerentes ao seu contexto. Mudanças ambientais levam a perturbações de ecossistemas, criam mudanças na distribuição de vetores de doenças e criam oportunidades para que doenças surjam, ressurgam ou se espalhem para diferentes domínios (Nzietchueng et al., 2023). Ou seja, problemas de segurança alimentar contribuem tanto para problemas relacionados ao aporte e qualidade da alimentação, como sobrepeso e obesidade, além da própria desnutrição, como podem ampliar os riscos de segurança de alimentos pela maior incidência de perigos, o que os torna globalmente prioritários (Controlling [...], 2023). Dessa forma, a Saúde Única se consolida e torna-se essencial no enfrentamento dos desafios globais de saúde e promove ações integradas e sustentáveis para a preservação da vida no planeta.

Análise de riscos: segurança dos alimentos e a conexão com Saúde Única

Conforme preconizado em consensos internacionais alcançados pelo Codex Alimentarius, OMS (WHO, 2022b), Convenção Internacional de Proteção dos Vegetais (CIPV), e *World Organisation for Animal Health* (WOAH, fundada como OIE) em sua abordagem de Saúde Única, a análise de risco é disciplina norteadora e mundial para a agenda de segurança dos alimentos.

Segundo consenso global (WHO; FAO, 2007), a análise de risco traz uma abordagem integrada, preventiva e probabilística, sendo subdividida em três pilares:

Avaliação de risco: É o componente eminentemente científico do processo, no qual procura-se examinar a natureza do perigo, estimar o risco associado, as incertezas da estimativa, bem como os fatores que controlam e influenciam o risco, de modo a subsidiar a etapa de gerenciamento de risco. De acordo com a Comissão do *Codex Alimentarius*, a avaliação de riscos é um processo com base científica que consiste nas seguintes etapas: identificação de perigos, caracterização de perigos, avaliação da exposição e caracterização de riscos (Codex Alimentarius Commission, 1999).

a) Identificação de perigos: no caso específico de alimentos, os perigos envolvem microrganismos e/ou substâncias que podem afetar negativamente a saúde e/ou sanidade das populações envolvidas – vegetais, animais e principalmente humana –, sempre considerando o papel do ambiente, e as interações com ele. Também os alimentos associados ao perigo e as populações-alvo dos perigos são examinados nesse processo.

- b) Caracterização do perigo (estudos de dose-resposta): efeitos da exposição ao perigo sobre a saúde.
- c) Avaliação de exposição: investigação sobre as probabilidades e perfil de exposição da população ao perigo, bem como as quantidades do perigo (por exemplo, ingestão diária) às quais as populações estão expostas.
- d) Caracterização do risco: visão global do risco avaliado, representando a consolidação do trabalho executado nas três etapas anteriores da avaliação de risco, de modo a gerar estimativas de riscos (probabilidade e severidade) e respectivas incertezas, aplicáveis a certa população, e relativos a determinada(s) cadeia(s) ou ecossistema(s) de produção e consumo.

Gerenciamento de risco: Atividade de controle dinâmico, examinando as alternativas e possibilidades para controlar o risco avaliado. O gerenciamento de riscos normalmente envolve decisões regulatórias e outras medidas para tratar os riscos avaliados (Liberda; Sly, 2023).

Comunicação de risco: Visa comunicar claramente o risco avaliado, incluindo as respectivas incertezas e os métodos de seu gerenciamento, e permite que governos, autoridades e sociedade entendam e compreendam de forma transparente os riscos avaliados e o modo como são gerenciados.

No Brasil, o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa), disciplinado pelo Decreto nº 5.741, de 2006 (Brasil, 2006), inclui a análise de riscos em seus dispositivos. Exemplos de riscos para a segurança de alimentos e sua conexão com a Saúde Única constam na literatura e envolvem atenção aos perigos. Em relação aos perigos biológicos causadores de doenças potencialmente veiculadas por alimentos, é importante identificar grupos de bactérias que são indicadores de problemas sanitários, mesmo considerando-se que o processamento de alimentos ou o tratamento da água pode destruí-los, eliminá-los, ou reduzi-los para níveis seguros. Dentre esses grupos, destacam-se doenças diarreicas causadas por vírus e bactérias. Outros perigos importantes são *Campylobacter* spp., *Salmonella Typhi*, *Taenia solium*, *Staphylococcus* spp., além de *Listeria monocytogenes* (De Noordhout et al., 2014), *Bacillus* spp. (incluindo seus esporos altamente termorresistentes) e estirpes Shiga-toxigênicas de *E. coli* (WHO, 2015). Além disso, vírus como norovírus e vírus da hepatite A, bem como protozoários intestinais oportunistas, são perigos biológicos reconhecidos, mas tendem a ser negligenciados em programas de controle públicos e privados. Além da microbiologia descritiva e analítica, que evidencia os fatores de riscos, a microbiologia preditiva vem ao encontro das questões probabilísticas inerentes ao cálculo dos riscos associados aos perigos biológicos em alimentos, como parte da avaliação de risco microbiológico. Essa ferramenta é importante tanto para os microrganismos causadores de enfermidades, como para aqueles que provocam a perda de alimentos, contribuindo para o agravamento da insegurança alimentar, também para as aplicações tecnológicas (McKellar; Lu, 2019; Gonzales-Barron et al., 2020; Quinto et al. 2020; Girbal et al., 2021).

Já os perigos químicos advêm da exposição ambiental, ocupacional, ou mesmo de rotinas diárias individuais (como o tabagismo), mas os alimentos são a principal fonte de exposição da população aos compostos potencialmente perigosos. A exposição dos trabalhadores e vizinhanças aos agrotóxicos e outros perigos potenciais deve ser cuidadosamente considerada em

uma agenda de Saúde Única. Os perigos físicos também devem ser monitorados, sendo que têm igual importância na segurança do ambiente e em toda a cadeia produtiva de alimentos. A poluição plástica é uma das ameaças ambientais globais mais prementes. Como materiais sintéticos sólidos com elevado teor de polímeros, insolúveis em água e não degradáveis, os microplásticos são facilmente introduzidos no ambiente, onde persistem durante longo tempo. Eles têm sido detectados em solos, águas superficiais, sedimentos costeiros, areias litorâneas, sedimentos de água doce e ambientes profundos, além de peixes, concomitantemente em presença de resíduos de agrotóxicos (Subaramaniam et al., 2023) ou de contaminantes inorgânicos, conhecidos como metais pesados (Liu et al., 2021; Chen et al., 2023).

A partir da avaliação toxicológica para fins de registro de um agrotóxico, são estabelecidos diferentes indicadores toxicológicos, segundo as etapas de avaliação de risco. Dentre os parâmetros de referência toxicológicos, a Dose de Referência Aguda (DRfA) e a Ingestão Diária Aceitável (IDA) são, via de regra, obtidas a partir de estudos dose-resposta com animais experimentais e aplicação de fatores de segurança, ao passo que o Limite Máximo de Resíduo (LMR) resulta de estudos de resíduos de campo controlados com as culturas agrícolas de interesse. Os valores de IDA e DRfA de cada agrotóxico são confrontados com os valores quantificados nos alimentos, resultante da avaliação de exposição (que, no caso específico da ingestão de alimentos, é conhecida como avaliação de risco dietético), em que se analisa a probabilidade (risco) associada ao aparecimento de efeitos adversos à saúde humana, resultante da ingestão de alimentos que contenham resíduos de agrotóxicos. Para que o consumo de um alimento seja considerado seguro quanto à presença de agrotóxicos, a quantidade total de resíduos de cada ingrediente ativo não deve ser superior aos valores estabelecidos para seus parâmetros de referência toxicológicos (IDA e DRfA).

A dinâmica de perigos biológicos, químicos e físicos na biosfera tem recebido atenção crescente e transdisciplinar, especialmente face à agenda de Saúde Única. Como parte do processo de identificação dos perigos, a elucidação das rotas e mecanismos de transmissão, partição, translocação, difusão, concentração, metabolização, transformação, acumulação e degradação de perigos em ambientes, plantas, animais, alimentos e pessoas requer atenção para a consecução de uma agenda robusta de Saúde Única.

Considerando-se as cadeias produtivas de alimentos, o estudo da dinâmica de resíduos e contaminantes químicos, biológicos e físicos requer ampla transdisciplinaridade. Protocolos, técnicas e métodos analíticos para detecção, quantificação, caracterização e outras especificações entregam dados reais e rastreáveis essenciais a um programa em Saúde Única, gerando indicadores que poderiam orientar ações para mitigar esses riscos, promovendo a saúde de forma abrangente e integrada.

Estratégias como Boas Práticas Agropecuárias (BPA); Procedimentos Padronizados de Higiene Operacional (PPHO); Boas Práticas de Fabricação (BPF); e do Sistema de Análise de Perigos, Pontos Críticos de Controle (APPCC), adotadas pelos produtores, processadores e pelos demais atores das cadeias de produção, distribuição, e consumo dos alimentos, são pré-requisitos ou componentes da análise de risco, como parte da etapa de gerenciamento de riscos, a partir da avaliação dos mesmos.

A análise de riscos na Saúde Única é importante e essencial, porque ajuda a identificar possíveis ameaças à saúde de forma integrada, considerando-se todos os fatores que podem influenciar o bem-estar da população. Dessa forma, o planejamento de ações preventivas associadas ao conhecimento e à ciência, antes que os perigos ocorram, contribuirá com a promoção da saúde e bem-estar de forma mais coordenada e eficiente. É também uma ferramenta essencial para garantir que os recursos sejam utilizados de maneira inteligente e que a saúde de todos seja protegida de forma mais abrangente.

Saúde Única sob a perspectiva da saúde animal

No contexto da saúde animal, a perspectiva da abordagem de Saúde Única ganha relevância diante da alta proporção de doenças infecciosas emergentes de origem zoonótica. Doenças como a gripe aviária, a peste suína africana e a raiva ilustram como a vigilância e o controle sanitário em populações animais são determinantes para a proteção da saúde pública e a segurança alimentar (FAO et al., 2022). Assim, a saúde dos rebanhos impacta diretamente a segurança alimentar global. Adicionalmente, destaca-se a importância da prevenção e vigilância das doenças em animais silvestres, pois, ao mesmo tempo que podem afetar a biodiversidade, a abordagem em Saúde Única enfatiza a importância do transbordamento de agentes causadores de doenças para animais domésticos ou para a população humana.

Do ponto de vista da saúde animal, a implementação da Saúde Única envolve ações integradas de vigilância epidemiológica, programas de controle e erradicação de doenças, além do fortalecimento da comunicação entre médicos-veterinários, médicos, agrônomos, ambientalistas e outros profissionais. A atuação dos serviços veterinários oficiais é central nesse processo, especialmente na notificação de doenças de impacto econômico e sanitário, na fiscalização de produtos de origem animal e na resposta rápida a surtos de enfermidades que possam transpor a barreira das espécies (Brasil, 2020). O conceito de Saúde Única reforça, assim, o papel estratégico da Medicina Veterinária na gestão de riscos biológicos.

No Brasil, o Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), por meio do Departamento de Saúde Animal (DSA), tem adotado a abordagem de Saúde Única como abordagem transversal, que impulsiona transformações na lógica programática e operacional da saúde animal. Adota também a Saúde Única como diretriz para o desenvolvimento de políticas públicas e parcerias institucionais. Iniciativas como o Programa de Monitoramento de Moluscos Bivalves, de 2012, demonstraram a adoção precoce de práticas compatíveis com a abordagem de Saúde Única. Os avanços programáticos do Mapa incluem a implementação do Plano Nacional de Prevenção e Controle da Resistência Antimicrobiana na Agricultura (PAN-BR Agro), que promove o uso racional de antibióticos e boas práticas agrícolas. O fortalecimento da vigilância integrada de zoonoses é um passo significativo em direção à gestão institucional de reemergência entre o Mapa e o Ministério da Saúde do Brasil (MS), como, por exemplo, o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose (PNCEBT). Em bem-estar animal, o Mapa iniciou a estrutura normativa da avicultura de produção, promovendo oficinas técnicas para definir diretrizes até a regulamentação federal. O surto de influenza aviária de alta patogenicidade (Iaap) no Brasil, ocorrido

em meados de 2025, destaca a importância de sistemas de vigilância integrados e respostas nacionais coordenadas. A consolidação dessa rede de vigilância de doenças zoonóticas envolve o ICMBio, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), centros de pesquisa, universidades e laboratórios oficiais. A interface entre saúde ambiental e segurança alimentar é outra dimensão crítica da abordagem da DSA. Para atingir esses resultados, o alinhamento com as recomendações da Organização Mundial da Saúde Animal (OMSA) e a colaboração com as áreas de saúde humana e meio ambiente têm se intensificado, especialmente diante de emergências sanitárias e da necessidade de respostas coordenadas frente a ameaças como zoonoses, resistência antimicrobiana e mudanças climáticas (Brasil, 2025a). Assim, a perspectiva da saúde animal na Saúde Única é fundamental para promover sistemas agropecuários sustentáveis e sociedades mais resilientes.

Bem-estar animal e biosseguridade no contexto da Saúde Única

O bem-estar dos animais está diretamente relacionado à saúde, produtividade e segurança dos sistemas alimentares, além de influenciar o risco de ocorrência e disseminação de zoonoses. Animais submetidos a estresse, dor ou manejo inadequado têm maior suscetibilidade a infecções, comprometendo tanto sua saúde quanto a dos humanos e do ambiente com os quais interagem (OIE, 2021). Ademais, a segurança alimentar, a qualidade dos produtos de origem animal e o desenvolvimento sustentável estão todos relacionados ao bem-estar animal. A Saúde Única é afetada pelo bem-estar animal em várias áreas, como a prevenção de doenças zoonóticas, assim como a segurança alimentar, prevenção da resistência antimicrobiana e promoção de práticas sustentáveis de produção animal. A saúde e o bem-estar dos animais também afetam o meio ambiente, contribuindo para a prevenção de doenças em animais selvagens, proteção da biodiversidade, evitando mortalidades e descarte de animais e fomento de práticas agrícolas sustentáveis.

Na produção animal em larga escala, a gestão rigorosa para evitar impactos sanitários, ambientais e socioeconômicos deve ser estabelecida. Alinhada com a Saúde Única, a biosseguridade é um termo que envolve os aspectos da prevenção da entrada (biosseguridade externa) e da disseminação de agentes causadores de doenças na propriedade (biosseguridade interna). Nesse sentido, a biosseguridade deve ser reforçada em sistemas produtivos para prevenir emergência e surtos de doenças. Além de proteger o rebanho, o ser humano e meio ambiente, a biosseguridade tem também por objetivo reduzir o uso indiscriminado de antimicrobianos, antiparasitários e outros medicamentos veterinários, promovendo o uso racional de medicamentos, reduzindo assim o risco de resíduos em produtos de origem animal e no meio ambiente.

Nesse contexto, a biosseguridade se destaca como ferramenta essencial na prevenção de doenças transmissíveis e emergentes dentro da lógica de Saúde Única. Práticas de biosseguridade bem implementadas, como controle de acesso às propriedades, quarentena, higiene adequada e rastreabilidade, são eficazes na contenção de agentes patogênicos em populações animais, evitando doenças que podem afetar a saúde animal e humana e gerar impactos econômicos significativos. Além disso, a integração dessas medidas com ações voltadas

ao bem-estar animal fortalece a resiliência dos sistemas produtivos e reduz a dependência de antimicrobianos, contribuindo para o enfrentamento da RAM (FAO et al., 2022). Doenças em cadeias produtivas, como influenza aviária e peste suína africana, brucelose e tuberculose podem comprometer o abastecimento de alimentos e causar impactos econômicos severos, além do risco de transbordamento zoonótico para a saúde humana ou mesmo risco a espécies silvestres e biodiversidade. A adoção de boas práticas sanitárias e de biossegurança na produção animal é essencial para mitigar esses riscos.

No Brasil, iniciativas voltadas à promoção do bem-estar animal e da biossegurança vêm sendo incorporadas às políticas públicas sob a ótica da Saúde Única. O Mapa, em articulação com parceiros como a Embrapa e demais instituições, promove programas de capacitação, fiscalização e educação sanitária que envolvem produtores, médicos-veterinários e outros atores do setor agropecuário. A consolidação dessa abordagem integrada é fundamental para garantir a sustentabilidade da produção animal, proteger a saúde humana e preservar o meio ambiente (Brasil, 2025a).

Impacto ambiental na saúde animal

A agricultura e a pecuária são setores essenciais para as economias de muitos países, e a agricultura familiar é frequentemente a única fonte de proteína para as pessoas (Safeguarding [...], 2021). O Banco Mundial estima que as doenças animais ainda são responsáveis por 20% das perdas nas cadeias de proteína animal.

As mudanças climáticas e os fatores antropogênicos também podem afetar a saúde animal. Isso pode ser visto nos surtos de febre viral do Vale do Rift, na África, que foram associados com mudanças no curso de rios e enchentes, como resultado de represas ou chuvas torrenciais na região (Cutler et al., 2010). Todavia, a interação entre a produção animal e as mudanças climáticas é complexa, pois ambas contribuem para o impacto ambiental e ameaçam a sobrevivência das espécies animais, ecossistemas e sistemas de produção pecuária em todo o mundo. Os camelos estão se tornando uma espécie pecuária popular na África, devido às mudanças climáticas, mas seu papel na epidemiologia de doenças como febre do Vale do Rift, brucelose e febre Q é pouco compreendido.

Além das espécies silvestres, as alterações climáticas afetam a saúde e o bem-estar dos animais de produção, com consequências para a Saúde Única. O aumento das temperaturas causa estresse térmico nos animais, especialmente na bovinocultura de leite. Mesmo raças adaptadas a climas quentes, como o gado Nelore, sofrem desconforto com temperaturas acima de 28 °C. O estresse térmico leva à redução na ingestão de alimentos pelos animais, aumento do gasto energético, diminuição da produtividade, queda na imunidade, com maior ocorrência de doenças, problemas reprodutivos em fêmeas e menor qualidade do leite produzido. Estima-se que, até o final deste século, mais de 1 bilhão de vacas no planeta podem sofrer de estresse térmico severo.

O aquecimento global favorece a proliferação e expansão geográfica de parasitos e vetores de doenças como, por exemplo, aumento nas populações de carrapatos, pulgas e mosquitos; expansão de áreas endêmicas de doenças transmitidas por vetores; maior incidência de doenças como leishmaniose, dirofilariose e erliquiose em cães; alterações no comportamento animal com mudanças nos padrões migratórios, alterações nos ciclos reprodutivos e modificações nas interações predador-presa. Os cães domésticos transportam patógenos transmitidos por vetores, e a proteção contra vetores que transmitem doenças é recomendada do ponto de vista do bem-estar animal e da saúde pública.

As mudanças climáticas afetam a distribuição e incidência de diversas doenças animais, com o surgimento de novas doenças em áreas antes não afetadas, aumento no risco de transmissão de zoonoses entre espécies e maior vulnerabilidade a infecções devido ao estresse térmico. Ainda afetam ambientes e animais aquáticos, em razão do aumento da temperatura e acidificação dos oceanos; impactos na reprodução e desenvolvimento de espécies marinhas ou alterações nas cadeias alimentares aquáticas.

Saúde Única sob a perspectiva da saúde vegetal

A integração da saúde vegetal com os pilares da Saúde Única (saúde humana, animal e ambiental) é crucial para enfrentar a insegurança alimentar. Ou seja, a sanidade das plantas está diretamente ligada à qualidade dos alimentos consumidos pela população, bem como a saúde animal, pela qualidade dos alimentos fornecidos a eles e à própria estabilidade dos ecossistemas. A Estratégia Global da OMS para a Segurança de Alimentos 2022-2030 reforça a necessidade de sistemas alimentares sustentáveis, baseados em evidências e centrados nas pessoas (WHO, 2022b). No Brasil, a retomada do Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Consea) e da Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional (Caisan), em 2023, fortalece a governança intersetorial e a promoção de políticas públicas alinhadas à Saúde Única.

Cultivos desenvolvidos em solos com boa fertilidade e adoção de práticas agrícolas sustentáveis mostram-se mais resistentes a pragas e doenças e contribuem para a segurança alimentar e nutricional. Plantas saudáveis promovem nutrição adequada para os consumidores, bem como todos os serviços e produtos que auxiliam no bem-estar humano e dos animais, sem impactar negativamente o ambiente. Planta saudável não é somente aquela que apresenta crescimento acima da média de sua espécie ou variedade, mas a saúde dos vegetais envolve desenvolvimento de órgãos em padrões de crescimento adequado, aliado à presença de componentes relevantes, que são fruto de uma nutrição equilibrada e podem oferecer elementos esperados e funcionais no propósito de sua existência.

Controle fitossanitário e biosseguridade

A interseção entre fitossanidade e segurança alimentar é uma questão multifacetada que requer uma abordagem abrangente, conforme destacado pela estrutura Saúde Única. Como

mentionado, a saúde das plantas é crucial para a segurança alimentar, pois as plantas fornecem mais de 80% dos alimentos consumidos pelos humanos e são a principal fonte de nutrição para animais domésticos e de criação comercial. No entanto, doenças e pragas de plantas podem reduzir significativamente o rendimento das culturas, com perdas globais chegando a 30%, ameaçando a disponibilidade e a segurança de alimentos (Rizzo et al., 2020).

A abordagem do campo ao prato, cada vez mais frequente em programas e políticas públicas, a exemplo do *Green Deal* europeu, ressalta a importância de manter a segurança alimentar em toda a cadeia alimentar, da produção ao consumo, para evitar doenças transmitidas por alimentos e perdas econômicas (Dudeja et al., 2017). A integração dessas estratégias na estrutura de Saúde Única pode otimizar os benefícios da proteção de plantas, garantindo a segurança alimentar e minimizando as consequências não intencionais na saúde humana e ambiental (Hoffmann et al., 2022). Em geral, abordar as questões de saúde vegetal por meio de uma perspectiva de Saúde Única é essencial para alcançar a segurança dos alimentos e a segurança alimentar global, destacando a necessidade de colaboração interdisciplinar e práticas agrícolas inovadoras (Hoffmann et al., 2022; Rizzo et al., 2020).

O uso de agroquímicos, ao mesmo tempo que protege a saúde das plantas, apresenta riscos à saúde humana e ao meio ambiente, exigindo um equilíbrio entre maximizar a produção agrícola e minimizar os impactos negativos (Hoffmann et al., 2022). O uso excessivo de agrotóxicos tem impactos negativos sobre a biodiversidade, a qualidade da água e a saúde humana. Porém, há formas de mitigar tais impactos; a adoção de práticas conservacionistas e tecnologias sustentáveis pode minimizar esses efeitos e promover a produção agrícola com menor impacto ambiental. O papel do melhoramento de plantas no aumento da segurança alimentar também é significativo, ao poder mitigar a contaminação por riscos biológicos e químicos, embora exija uma abordagem multidisciplinar para retratar as complexas interações entre a genética vegetal e os fatores ambientais (Melotto et al., 2020).

Solo e saúde das plantas

A saúde do solo é a base funcional dos ecossistemas terrestres e um fator determinante para a sanidade e produtividade vegetal, com repercussões diretas sobre a segurança alimentar, a saúde humana e a integridade dos serviços ecossistêmicos. No contexto da Saúde Única, o solo destaca-se como um reservatório essencial de biodiversidade e um regulador ativo dos fluxos de nutrientes, água, energia e organismos. Estima-se que mais de 40% dos organismos terrestres estejam associados aos solos em alguma fase de seus ciclos de vida, compondo uma rede trófica subterrânea de elevada complexidade funcional (FAO et al., 2020).

Os microrganismos do solo, como bactérias e fungos, além de compor um reservatório natural de nutrientes a serem acessados pelas plantas diretamente, desempenham papel essencial na ciclagem desses nutrientes, transformando compostos orgânicos e inorgânicos em formas assimiláveis pelas plantas. Esses organismos atuam na mineralização do nitrogênio e do fósforo, nutrientes frequentemente limitantes nos sistemas agrícolas, além de contribuir para

a formação e estabilização da matéria orgânica do solo (FAO et al., 2020). A simbiose entre raízes de plantas e microrganismos, como *Rhizobium* (fixador de nitrogênio) e fungos micorrízicos arbusculares (*Glomeraceae*), favorece o crescimento vegetal e reduz a dependência de fertilizantes sintéticos, com impactos positivos na sustentabilidade ambiental e na mitigação de emissões de gases de efeito estufa (Banerjee; van der Heijden, 2023).

Além da nutrição, os organismos do solo têm influência direta sobre a defesa das plantas contra pragas e doenças. A diversidade microbiana da rizosfera atua como uma barreira biológica, competindo com patógenos e ativando respostas imunológicas das plantas. Essa função de controle biológico, somada à produção de metabólitos secundários com ação antioxidante, contribui para a sanidade vegetal e, por consequência, para a qualidade nutricional dos alimentos consumidos por humanos, numa conexão viva entre homens, plantas, animais e espaço natural, conforme a representação na Figura 4 (FAO et al., 2020; Banerjee; van der Heijden, 2023).

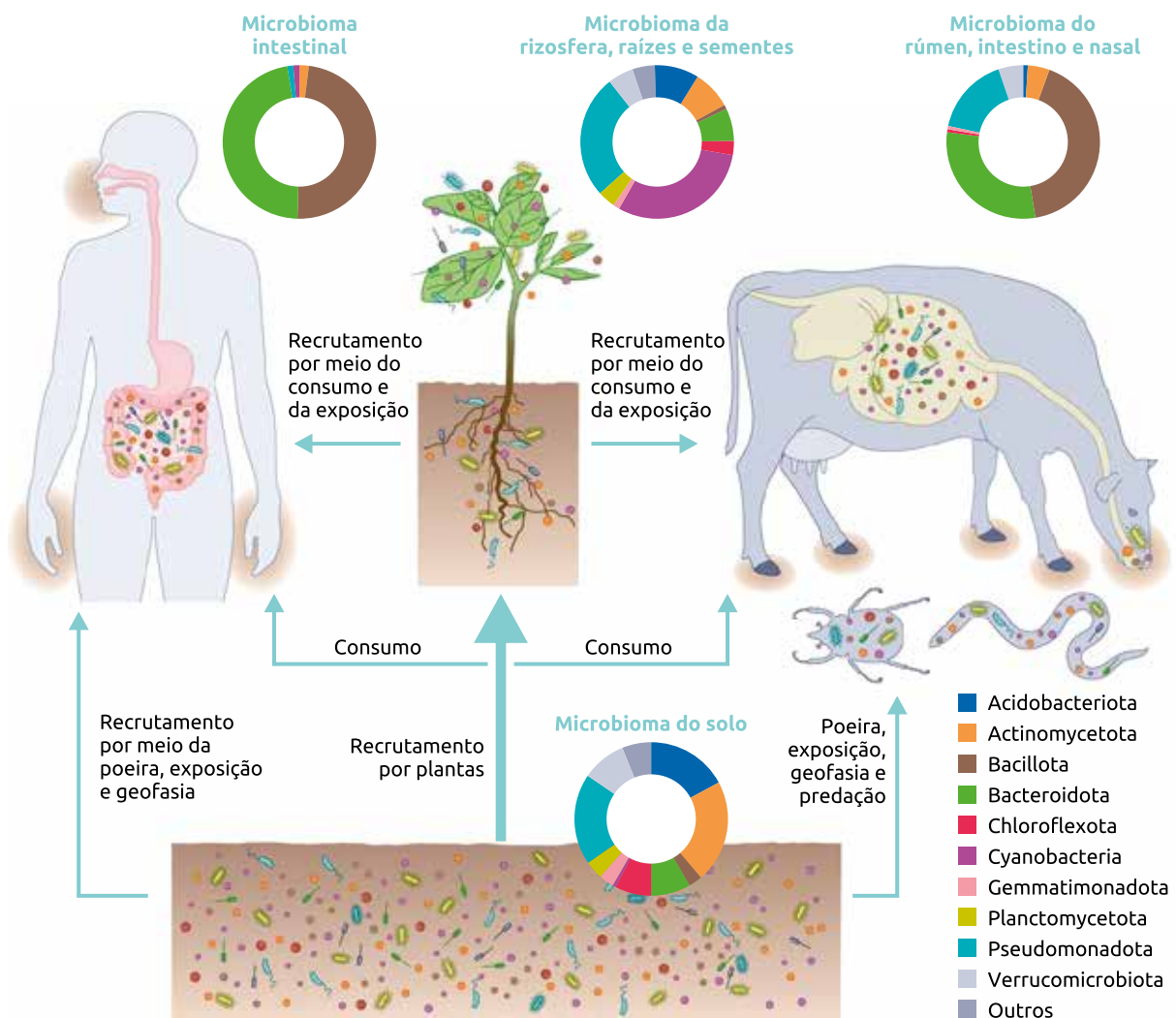


Figura 4. Ligação entre os microbiomas do solo, das plantas, dos animais e dos humanos.

Fonte: Adaptado de Banerjee e van der Heijden (2023).

A macrofauna do solo, composta por minhocas, formigas, besouros, cupins, entre outros, também desempenha papel central na estruturação do solo, na decomposição da matéria orgânica e no controle biológico de pragas. Em estudos recentes sobre comunidades de macroinvertebrados em sistemas agrícolas e naturais do Brasil, foi demonstrada a contribuição desses organismos para a provisão de serviços ecossistêmicos, como ciclagem de nutrientes, regulação hídrica, controle de erosão e sequestro de carbono (Brown et al., 2024).

Contudo, práticas agrícolas intensivas, como o uso excessivo de fertilizantes e pesticidas, a compactação do solo e a redução da cobertura vegetal, comprometem a biodiversidade do solo. A degradação da biota edáfica altera a estrutura da cadeia alimentar subterrânea, reduz a eficiência dos ciclos biogeoquímicos e torna os sistemas produtivos mais vulneráveis a doenças e à variabilidade climática (FAO et al., 2020). Essa perda de funcionalidade biológica do solo compromete não somente a produtividade agrícola, mas também a resiliência dos agroecossistemas frente às mudanças ambientais.

Com base em 83.085 ocorrências georreferenciadas, abrangendo 42 táxons em 122 sítios de amostragem nos biomas Mata Atlântica e Cerrado, Brown et al. (2024) demonstraram que práticas agrícolas convencionais resultam em reduções significativas na abundância e diversidade de macrofauna, enquanto sistemas de uso integrado da terra (agrossilvipastoris e agroflorestais) sustentam maior riqueza funcional. Essa diversidade está correlacionada com indicadores positivos de fertilidade do solo, como carbono orgânico, capacidade de troca de cátions e equilíbrio da acidez, reforçando a importância do manejo conservacionista para a saúde das plantas.

A manutenção da saúde do solo, por meio do manejo sustentável, incluindo práticas como rotação de culturas, cobertura permanente, adubação orgânica e uso de bioinsumos, é uma estratégia central para promover a saúde das plantas e, por extensão, assegurar alimentos mais saudáveis para as populações humanas. Reconhecer o solo como um componente essencial da Saúde Única é um passo necessário para alinhar políticas agrícolas, ambientais e de saúde pública em prol de sistemas alimentares mais resilientes e integrados.

Saúde Única sob a perspectiva da saúde ambiental

A saúde ambiental é um fator determinante para a qualidade de vida de todas as espécies e constitui um pilar central da Saúde Única. A interdependência entre os sistemas naturais e as sociedades humanas já era reconhecida desde a Conferência da Unesco sobre a Biosfera (1968), que destacou a relação dinâmica entre o meio ambiente e a saúde física e mental da população.

A Constituição Federal de 1988, em seu Art. 225, estabelece que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (Brasil, 1988). Conforme estabelece a Lei nº 12.651, de 12 de maio de 2012, conhecida como Código Florestal, a utilização dos recursos naturais

e florestais deve seguir diretrizes específicas para cada bioma. A legislação determina a manutenção de percentuais mínimos de vegetação nativa nas propriedades rurais, por meio da Reserva Legal (RL), além da preservação das Áreas de Preservação Permanente (APP). Também incentiva a adoção de práticas sustentáveis que promovam a regeneração, conservação e continuidade dos fluxos biológicos dos ecossistemas, respeitando as particularidades de cada bioma. Além disso, estabelece o controle da origem dos produtos florestais e da prevenção e controle dos incêndios florestais, assim como prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance dos objetivos da lei (Brasil, 2012).

Mais recentemente, a Resolução do Conabio nº 9, de 26 de novembro de 2024, em seu Art. 1, recomenda a adoção de Metas Nacionais de Biodiversidade para o período de 2025 a 2030, conforme o Anexo, em que estão explicitadas 25 metas como parte da Estratégias Nacionais para a Biodiversidade (Epanb), e propõe a implementação pelo poder público federal com a colaboração voluntária dos estados e Distrito Federal, nos municípios e sociedade civil (Brasil, 2025b)

A degradação dos ecossistemas impacta diretamente a saúde humana e animal, intensificando a disseminação de doenças, comprometendo a segurança alimentar e reduzindo a resiliência climática. Nos últimos anos, a intensificação das atividades humanas tem provocado rupturas ecológicas, como as recentes inundações de proporções de calamidade pública ocorridas no Rio Grande do Sul, em maio de 2024, e posteriormente devido à seca, incêndios de proporções alarmantes em áreas de plantações nos biomas da Mata Atlântica, Cerrado, Pantanal e mesmo Amazônia, destruindo a vegetação nativa, de forma muito impactante. Esses eventos climáticos extremos estão relacionados às doenças infecciosas em humanos em diferentes regiões tropicais como Amazônia, Sudoeste Asiático, ou na África (Zimmer, 2020). Doenças emergentes no último século como a pandemia de covid-19 a partir de fevereiro de 2020, são exemplos de crises sistêmicas globais, oriundas de desequilíbrios ambientais que favoreceram o transbordamento de patógenos entre espécies silvestres, para outros vetores como os animais domésticos e desses para os humanos.

Nesse contexto, a implementação de estratégias integradas de governança ambiental, o monitoramento contínuo e a adoção de práticas agropecuárias, florestais e aquáticos sustentáveis, que assegurem a manutenção da biodiversidade são fundamentais para garantir um futuro alinhado aos princípios da Saúde Única.

Mudanças climáticas e seus efeitos na saúde global

A alteração climática irreversível causada por atividades humanas representa um desafio global crescente, aumentando a frequência e intensidade de desastres naturais e a disseminação de doenças zoonóticas, como anteriormente mencionado. O aumento da temperatura global, a alteração dos padrões de precipitação e a maior frequência de eventos extremos, como inundações e secas, impactam diretamente os ecossistemas, afetando a disponibilidade de água potável, a qualidade do ar e a biodiversidade (Pörtner et al., 2022). Essas mudanças

exacerbam a disseminação de vetores de doenças, como mosquitos transmissores de malária e dengue, ampliando os riscos à saúde pública em regiões vulneráveis (WHO, 2022b).

A humanidade e os ecossistemas estão menos capazes de lidar com esses impactos, embora sejam os mais afetados. A janela temporal para mudanças desejáveis é curta, sugerindo condição emergencial. Propostas para mitigação do impacto antropogênico no clima têm sido consideradas, em meio a estudos recentes mais amplos de impacto, adaptação e vulnerabilidade (Pörtner et al., 2022).

A degradação e o desmatamento da floresta amazônica têm causado estações secas mais longas, tornando a região uma fonte líquida de carbono, afetando diretamente a regulação climática e amplifica eventos extremos globais, como secas e inundações. O ponto de inflexão, após o qual os ecossistemas florestais da Amazônia não conseguem mais sustentar o ciclo hidrológico, pode ocorrer quando entre 20% e 40% da vegetação original for removida. Após esse limiar, são esperadas estações secas mais longas e extremas e a transição para um bioma de savana, com impactos significativos na produção agrícola regional e nas condições climáticas de todo o continente sul-americano. (Hernández-Blanco et al., 2022)

Os incêndios florestais no Brasil e em outros países da América do Sul têm se intensificado como resultado das mudanças climáticas, que provocam estiagens prolongadas em biomas como o Pantanal e a Amazônia. Em 2024, aproximadamente 58% do território brasileiro foi afetado pela seca, sendo que cerca de um terço do país enfrentou condições de seca severa. No Pantanal, a crise climática contribuiu para um aumento de cerca de 40% nos incêndios florestais registrados em junho daquele ano. Na Amazônia Ocidental, a mudança do clima elevou em até 20 vezes a probabilidade de ocorrência dos incêndios que ocorreram entre março de 2023 e fevereiro de 2024 (Brasil, 2024a).

Mudanças no uso da terra e a fragmentação dos biomas comprometem a capacidade dos ecossistemas de fornecer serviços ambientais essenciais, agravando vulnerabilidades sociais e econômicas. Estratégias de larga escala, como a recuperação de áreas degradadas (restauração florestal) e a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, são fundamentais para mitigar os efeitos das mudanças climáticas e garantir a saúde das populações e do planeta.

Além dos impactos nos biomas terrestres, as mudanças climáticas provocam o aquecimento sistemático das águas doces e marinhas, alterando a estrutura física e química dos ecossistemas aquáticos. O aumento da temperatura da água intensifica a estratificação térmica, reduzindo a mistura entre camadas profundas e superficiais e, conseqüentemente, a disponibilidade de oxigênio dissolvido. Isso coloca em risco espécies sensíveis, como peixes de água fria, cujas populações vêm diminuindo drasticamente em lagos temperados (Woodward et al., 2010). Além disso, a elevação da temperatura acelera o metabolismo biológico, o que, combinado com a diminuição do oxigênio, pode levar a modificações nas taxas de crescimento, reprodução e sobrevivência de organismos aquáticos (Woodward et al., 2010).

No ambiente marinho, o aquecimento oceânico e a acidificação associada ao CO₂ atmosférico estão desencadeando branqueamentos em corais, mudanças na distribuição geográfica de espécies e explosões de florações algais tóxicas (Hernández-Blanco et al., 2022). Relatórios

recentes do IPCC indicam que os recifes de coral podem perder entre 70 e 90 % de sua cobertura, mesmo com o aquecimento limitado a 1,5 °C, enquanto zonas mortas por eutrofização e baixa oxigenação se expandem globalmente (Pörtner et al., 2022). Esses impactos não só comprometem a biodiversidade marinha como ameaçam serviços ecossistêmicos cruciais, como a pesca, a proteção costeira e o sequestro de carbono (Doney et al., 2009).

Saúde ambiental, serviços ecossistêmicos e biodiversidade

Em 1968, a conferência da Unesco sobre a biosfera declarou que “o homem é parte integrante da maioria dos ecossistemas, não só influenciando, mas sendo influenciado pelo seu ambiente”, e que “a sua saúde física e mental, agora e no futuro, estaria intimamente ligada ao sistema dinâmico de objetos, forças e processos naturais que interagem na biosfera, incluindo também aqueles da cultura humana”. Essa declaração antecipa, em mais de cinco décadas, o que seria apresentado no documento consolidado do OHHLEP e Quadripartite para Saúde Única, com a integração do meio ambiente como a base crítica para a saúde e bem-estar do homem, animais e plantas.

A degradação ambiental, especialmente em biomas críticos como o Cerrado, impacta diretamente a produção agrícola, a disponibilidade de água e a biodiversidade. Estima-se que a vazão das bacias hidrográficas do Cerrado reduza em 33,9% até 2050, comprometendo sistemas produtivos e a segurança alimentar (Salmona et al. 2023).

Nesse contexto, estratégias de mitigação, como o uso de tecnologias limpas e o controle rigoroso dos resíduos industriais e agrícolas, tornam-se fundamentais. Da mesma forma, os estados da Amazônia precisam controlar a ilegalidade, aplicar as leis e promover outras associadas contra o desmatamento e possibilitar a restauração em larga escala (Celentano, et al. 2022).

A meta brasileira de restaurar 12 milhões de hectares de vegetação nativa até 2030, estabelecida no Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg) (Brasil, 2024b), reforça a urgência da adoção de práticas agrícolas sustentáveis, alinhadas aos princípios da Saúde Única, promovendo o equilíbrio ecológico e a resiliência socioambiental.

A saúde humana e o bem-estar das sociedades estão intrinsecamente ligados à saúde dos ecossistemas que nos sustentam. Em uma perspectiva de sistemas socioecológicos, os seres humanos são parte integrante da natureza, não entidades separadas dela. A dependência do capital natural – entendido como o estoque de ecossistemas e recursos naturais do planeta – é essencial para a provisão dos chamados serviços ecossistêmicos, os quais incluem alimentação, água, regulação climática, proteção contra fenômenos naturais, recreação e inspiração, entre outros benefícios fundamentais à vida (Hernández-Blanco et al., 2022)

Contudo, o fornecimento desses serviços não depende somente do capital natural isoladamente, mas de sua interação com os demais capitais que compõem a economia e a sociedade: o capital humano, o capital social e o capital construído. É nesse contexto que emerge o conceito de saúde dos ecossistemas, definido como a capacidade de um ecossistema de manter

sua estabilidade, organização e autonomia ao longo do tempo, sendo resiliente a estresses externos (Costanza, 1992). Essa definição incorpora os atributos de vigor (atividade ou metabolismo), organização (complexidade e diversidade das interações) e resiliência (capacidade de recuperação frente a perturbações).

A saúde dos ecossistemas, também referida como saúde do capital natural, deve ser considerada um componente essencial do desenvolvimento sustentável e, em última instância, do bem-estar humano duradouro (Hernández-Blanco et al., 2022). A perda de biodiversidade, um componente crítico da saúde dos ecossistemas, pode diminuir a prestação de serviços essenciais, impactando negativamente o bem-estar humano. Foi demonstrado que os espaços verdes urbanos promovem comportamentos de saúde por meio de vias mediadas por serviços ecossistêmicos, com os serviços culturais desempenhando um papel significativo nesse processo (Wang et al., 2022).

Práticas e políticas sustentáveis que promovam a gestão da saúde dos ecossistemas são cruciais. Esse olhar integrativo é particularmente relevante ao se considerarem os saberes tradicionais e as práticas indígenas, que reconhecem a interdependência entre saúde ambiental e saúde humana. Um exemplo notável é a concepção australiana de “Cuidar do Território” (*Caring for Country*), segundo a qual o território é compreendido como um ente vivo, capaz de cuidar das pessoas que por ele zelum. Nessa cosmovisão, cuidar do território melhora simultaneamente a saúde ecológica e o bem-estar humano – tanto pelo ato de cuidar em si quanto pelos benefícios derivados da melhoria da saúde dos ecossistemas (Stoeckl et al., 2021). Nesse contexto, a restauração de paisagens, em suas diferentes modalidades e fins, tem papel crucial e se alinha diretamente com os propósitos da Saúde Única, como adotada e expressa na Aliança para Restauração da Amazônia (Kanashiro et al., 2023).

O Plano de Ação Conjunto em Saúde Única propõe estratégias para conter doenças endêmicas, doenças tropicais negligenciadas e vetores de transmissão, considerando aspectos ecológicos e impactos socioeconômicos dessas enfermidades. A prevenção de transbordamento zoonótico, conceito central da Saúde Única, exige o monitoramento ambiental, o controle ou contenção do comércio de animais silvestres e a regulamentação de sistemas produtivos intensivos e do acesso e manipulação de recursos genéticos autóctones. A implementação de políticas públicas baseadas no conceito de Saúde Única pode fortalecer a conservação ambiental e garantir o equilíbrio entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade. Medidas essenciais incluem:

- Manejo sustentável da biodiversidade, para garantir serviços ecossistêmicos e proteção da fauna e flora.
- Monitoramento da qualidade ambiental, por meio de sistemas nacionais e internacionais, como o SISS-Geo, da Fiocruz, e o Deter, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).
- Adoção de práticas agropecuárias, aquáticas e florestais sustentáveis, para minimizar os impactos das atividades produtivas sobre os ecossistemas.



Foto: De Nicola (AdobeStock)

Saúde Única e floresta

A recuperação da cobertura florestal tem papel central na mitigação e absorção de dinâmicas e surtos epidêmicos zoonóticos, prevenindo transbordamentos que podem ocorrer diante da degradação dos biomas, muitas vezes com a completa eliminação das florestas.

Pires e Galetti (2023) resgatam o conceito de “florestas vazias”, nas quais, apesar da aparência de preservação, há ausência significativa de fauna, devido à pouca diversidade genética na área. Os autores descrevem efeitos em cascata causados pela extinção de vertebrados, favorecendo espécies oportunistas e exóticas, com impactos que chegam à saúde humana. Destacam-se três síndromes ecológicas – domínios de herbívoros, mesopredadores e roedores (predadores de sementes) –, todas com efeitos negativos sobre a regeneração da flora e riscos já documentados à saúde em áreas dominadas por roedores.

Políticas públicas, como o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), os Planos de Ação Nacional para espécies ameaçadas (PANs), o Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm), a Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA), bem como iniciativas estaduais, como a Política Estadual de Manejo Comunitário e Familiar do Pará (em tramitação há mais de uma década) em processo, e o Programa Nacional de Manejo Comunitário e Familiar, em nível federal (em discussão desde 2024), o Plano Nacional de Restauração da Vegetação Nativa (Planaveg), o Plano de Restauração da Vegetação Nativa (PRVN) e demais iniciativas, precisam atuar de forma integrada para alcançar seus objetivos com eficácia. Além disso, melhor governança e engajamento social são necessários de forma urgente, reconhecendo os direitos das populações indígenas e comunidades tradicionais (Celentano et al. 2022).

A restauração florestal contribui significativamente para o sequestro de carbono e a mitigação das mudanças climáticas. Ao proteger a biodiversidade, reduz-se o risco de extinções e fortalece-se a bioeconomia local e regional, com efeitos globais. Além disso, estimula-se uma bioeconomia inclusiva, promovendo bem-estar, equidade social e redução de riscos ambientais, aspectos fundamentais da abordagem da Saúde Única. A restauração reduz o risco de transbordamento de doenças zoonóticas e parasitárias, ao limitar o contato entre humanos e animais silvestres em áreas degradadas.

O manejo florestal sustentável contribui diretamente para a dimensão ambiental da Saúde Única. Promove o desenvolvimento local por meio da geração de empregos, organização social (como cooperativas), fortalecimento dos laços comunitários, equidade de gênero, inclusão social, diversificação produtiva, aumento de renda das famílias rurais e proteção dos territórios. Tais benefícios são fundamentais para uma agenda robusta em Saúde Única.

Durante a pandemia de covid-19, comunidades em áreas remotas dependeram de plantas medicinais e práticas tradicionais, evidenciando o valor dos recursos florestais para a saúde. O manejo florestal bem conduzido é essencial não apenas para preservar a biodiversidade, mas também para manter processos ecológicos adaptativos e reduzir o risco de transbordamentos zoonóticos, como os causados por arbovírus, bactérias e fungos. Assim, a pandemia ampliou a percepção de que a saúde humana, animal, vegetal e ambiental são interdependentes.

O manejo florestal comunitário – madeireiro ou de produtos não madeireiros – merece mais incentivos, dado seu potencial para gerar renda, alimentação e saúde. Valorizar os produtos florestais é reconhecer sua importância na bioeconomia e no manejo sustentável das florestas tropicais, especialmente na Amazônia.

O Brasil possui um patrimônio ambiental único entre os países tropicais. A conservação e o uso sustentável da biodiversidade, por meio de boas práticas de manejo florestal e da restauração de florestas degradadas, oferecem vantagens ambientais, sociais e econômicas.

No Fórum Global da Amazônia (GLF – Amazon, 2021), das oito principais recomendações, a Saúde Única figurou em segundo lugar, atrás apenas dos direitos humanos e da posse da terra. A proposta é incorporar o bem-estar da natureza e das pessoas no planejamento territorial, econômico e de infraestrutura da Amazônia, para prevenir futuras pandemias e gerar benefícios coletivos. Isso inclui dar prioridade aos direitos da natureza e adotar mecanismos não mercadológicos para conter o consumo excessivo e a degradação ambiental (Global Landscapes Forum, 2021).

A Embrapa, com sua agenda programática em Saúde Única, está alinhada diretamente a 11 dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Na Cúpula da Amazônia (Belém, 09/08/2023), os presidentes dos países-membros do Tratado de Cooperação Amazônica reforçaram a necessidade de uma agenda comum, pautada no desenvolvimento sustentável, conservação da biodiversidade, combate ao desmatamento e inclusão social, com participação ativa de povos indígenas e comunidades locais.

No Dia Internacional das Florestas (21/03/2024), a FAO destacou que a abordagem da Saúde Única oferece uma solução holística para proteger florestas, que são essenciais para o planeta

e estão ameaçadas por desmatamento, mudanças climáticas e doenças emergentes. A FAO propõe três frentes prioritárias:

Prevenção de doenças: O desmatamento e a fragmentação de habitats aproximam animais silvestres de humanos e animais domésticos, facilitando o transbordamento de doenças. Práticas sustentáveis e corredores ecológicos podem minimizar esses riscos.

Conservação da biodiversidade: Florestas saudáveis funcionam como barreiras contra doenças infecciosas, ao manterem ecossistemas equilibrados. A conservação inclui também o controle de espécies invasoras.

Práticas sustentáveis: A agricultura e o manejo florestal insustentáveis causam erosão, afetam a qualidade da água e reduzem a resiliência dos ecossistemas. Florestas tropicais são fundamentais para a soberania alimentar de comunidades tradicionais e fornecem medicamentos naturais, além de sustentarem práticas culturais e religiosas.

O Relatório do Alto Painel de Experts em Segurança Alimentar e Nutrição (Hlpe, 2017) da FAO propõe um novo entendimento de sustentabilidade florestal, que integre funções ecológicas e sociais das florestas às paisagens produtivas, com escalas temporais adequadas e governança inclusiva, especialmente com participação de comunidades locais e povos indígenas.

Essa visão holística é essencial para o desenvolvimento sustentável, conservação e valorização das florestas. Durante a pandemia, Kanashiro (2020) analisou a experiência da Reserva Extrativista Verde para Sempre (Porto de Moz, PA), onde, apesar das dificuldades de acesso à saúde pública, ações coletivas garantiram suporte básico até a chegada das vacinas. Nesse contexto, as florestas revelam-se um bem comum, e o setor florestal, em conjunto com comunidades e governos, têm papel fundamental na construção de um novo modelo de desenvolvimento.

Kanashiro encerra sua análise com uma reflexão de Zizek (2020), que destaca a urgência de repensarmos nossa forma de vida:

“O problema realmente vem à tona quando vemos novamente o imperativo de inventar uma nova forma de viver, já que está muito claro que não há mais possibilidade de retornar à situação anterior – em outras palavras, momentos difíceis realmente estão se aproximando. [...] A hipótese é que a covid-19 anuncia um novo tempo, em que temos que repensar tudo – inclusive o sentido básico do que é ser humano – e nossas ações precisam se alinhar com nossos pensamentos.”

Assim, reconhecer as florestas como centrais para a saúde planetária exige ações coordenadas, baseadas em saberes tradicionais e científicos, que promovam justiça socioambiental e valorizem modos de vida sustentáveis. Reinterpretar nossa relação com a natureza – como propõe Zizek – implica adotar novos compromissos com modelos de desenvolvimento solidários, resilientes e sustentáveis, nos quais as florestas deixem de ser vistas como entraves e passem a ser aliadas na construção de um futuro saudável para todos.



Sistemas agroalimentares sustentáveis como promotores da Saúde Única

A integração dos sistemas agroalimentares é um elemento essencial para garantir a segurança alimentar global, promover práticas sustentáveis e reduzir os impactos ambientais. O modelo de produção agropecuária atual enfrenta desafios como o crescimento populacional, a degradação ambiental e as mudanças climáticas. A transição para sistemas produtivos resilientes, sustentáveis e inovadores se torna fundamental para mitigar esses impactos e garantir o equilíbrio entre produção, consumo e conservação ambiental.

Os sistemas agroalimentares estão no cerne da agenda global de Saúde Única, pois integram diretamente seus componentes fundamentais: saúde humana, animal, vegetal e ambiental. Como destaca a FAO (2024b), a produtividade dos sistemas de produção de alimentos é profundamente impactada por ameaças biológicas, como pragas e doenças transfronteiriças, zoonoses, resistência aos antimicrobianos, riscos à segurança alimentar e espécies exóticas invasoras. Esses riscos têm implicações diretas na segurança alimentar, nos meios de subsistência e na saúde global.

O avanço da globalização, a intensificação das cadeias de produção e o declínio da biodiversidade amplificam essas ameaças. O aumento do movimento de pessoas, animais, plantas e seus produtos, aliado à degradação da biodiversidade e às mudanças nas condições agroecológicas, intensifica a propagação de ameaças biológicas aos sistemas agroalimentares e à saúde dos agroecossistemas e paisagens naturais. Nesse contexto, os sistemas agroalimentares sustentáveis e resilientes tornam-se elementos-chave para promover a Saúde Única, desde que adotem práticas integradas de prevenção e resposta (FAO, 2024b)

Os sistemas integrados exemplificam essa conexão, combinando várias práticas, como produção agrícola, pecuária, agroflorestas e agrossilvicultura, que aumentam a produtividade, a lucratividade e a saúde ambiental (Bhagat et al., 2023), visto também contribuírem para a preservação de áreas de vegetação nativa, ao usarem de forma mais racional os ambientes de produção agropecuária. A abordagem da Saúde Única amplia ainda mais essa integração, enfatizando a necessidade de colaboração intersetorial para gerenciar doenças zoonóticas e melhorar a segurança alimentar, sendo que a insegurança alimentar é exacerbada pelas mudanças climáticas e ameaças zoonóticas. A estrutura da Saúde Única também defende a transformação dos sistemas alimentares para que sejam mais inclusivos e resilientes, abordando questões como fome crônica e práticas agrícolas insustentáveis por meio de uma lente holística. Essa abordagem é operacionalizada por meio de iniciativas como o *Global One Health Index-Food Security* (GOHI-FS) ou Índice Global de Saúde Única – Segurança Alimentar, que avalia o desempenho da segurança alimentar em países e territórios e destaca a necessidade de ações abrangentes globalmente para promover o apoio e a resposta governamental à segurança alimentar (Gu et al., 2023).

Além disso, a integração da Saúde Única aos sistemas agroalimentares é vista como uma estratégia para prevenir futuras pandemias, gerenciando a interface entre ecossistemas naturais e práticas agrícolas, reduzindo assim o risco de transbordamentos zoonóticos (Tian, 2023). A abordagem *Climate-Smart One Health* ou Clima Inteligente Saúde Única refina ainda mais essa integração ao abordar os impactos das mudanças climáticas nos sistemas agroalimentares, promovendo práticas sustentáveis que melhoram a saúde do solo, da água e das plantas, ao mesmo tempo em que apoiam as comunidades rurais e urbanas (Tepa-Yotto et al., 2024).

A transição para sistemas agroalimentares sustentáveis exige inovação tecnológica, investimento em pesquisa e superação de desafios como a resistência aos antimicrobianos e a comunicação eficaz de riscos à saúde pública. A comunicação de risco, nesse contexto, é essencial para capacitar a população a tomar decisões informadas sobre segurança alimentar e nutricional. A retomada de iniciativas institucionais no Brasil fortalece o enfrentamento desses desafios e deveria ser continuada. Nesse contexto, destacam-se:

Estratégia Global para a Segurança dos Alimentos da OMS (2022–2030), que orienta sistemas de segurança alimentar baseados em evidências e com governança coordenada.

A estrutura da Saúde Única também defende a transformação dos sistemas alimentares para que sejam mais inclusivos e resilientes

Retomada do Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Consea).

Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional (Caisan), reforçando a articulação de políticas públicas para o combate à fome e promoção do acesso à alimentação adequada.

Os sistemas alimentares têm sido apontados como intervenientes tanto pelas mudanças climáticas como pela degradação de recursos naturais locais em diversas dimensões ecossistêmicas, destacando-se impactos sobre a água, solos, atmosfera e a perda de biodiversidade, o que agrava ainda mais os desafios para provimento de alimentos seguros e nutritivos para a superação da fome e desnutrição (Swinburn et al., 2019).

Em geral, a integração dos sistemas agroalimentares na estrutura Saúde Única é um caminho promissor para alcançar a segurança alimentar sustentável, melhorar os resultados de saúde e promover a resiliência ambiental em todo o mundo. A conexão entre produção sustentável, biodiversidade e inovação tecnológica é um elemento central para a segurança alimentar e a mitigação dos impactos ambientais.

Impactos da produção agrícola na saúde global e o papel do Brasil

A transição global para sistemas agroalimentares mais sustentáveis e resilientes é essencial para alcançar metas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, valorizar a biodiversidade e enfrentar a insegurança alimentar, tanto em escala nacional quanto mundial. Essa transformação resulta de uma sinergia entre legislações, políticas públicas, ações espontâneas e induzidas das cadeias produtivas e suas governanças, além da crescente demanda dos consumidores por alimentos com atributos de sustentabilidade, ética e responsabilidade social (Franco et al., 2022).

Os sistemas agroalimentares globais respondem por 31% do total de emissões antropogênicas de gases de efeito estufa (GEE) e 72% do consumo global de água (FAO, 2022). Entre 2000 e 2021, a produção global de culturas primárias aumentou 54%, alcançando 9,5 bilhões de toneladas em 2021. Já a produção de carne aumentou 53% no mesmo período, chegando a 357 milhões de toneladas (FAO). Segundo a FAO, será necessária uma quantidade de alimentos 60% maior, e mais 40% de água para suprir as necessidades de uma população global cada vez maior e mais longa ao longo dos próximos anos. Ademais, cerca de 85% dos dejetos fecais no mundo são gerados pela pecuária, causando degradação do meio ambiente e expondo a vida humana a resíduos de antimicrobianos e patógenos de veiculação hídrica quando mal manejados, uma das principais rotas para entrada de patógenos nas cadeias alimentares (Penakalapati et al., 2017).

Portanto, mantendo-se os atuais padrões produtivos, avizinha-se uma condição paradoxal: aumento da produção de alimentos causando forte impacto ambiental negativo, prejudicando a

qualidade e disponibilidade dos recursos naturais e repercutindo na progressiva deterioração dos ecossistemas e, reciprocamente, na própria qualidade, segurança e integridade dos alimentos. Esse ciclo vicioso, embora aparentemente inexorável, pode e deve ser prontamente enfrentado, de forma integrada, com base em ciência, inovação e tecnologia.

A integração da agenda ambiental à abordagem da Saúde Única pode posicionar o Brasil como liderança global em sustentabilidade. A escolha de Belém como sede da 30ª Conferência da ONU sobre Mudanças Climáticas (COP30) reforçou essa oportunidade, evidenciando a relevância de projetos que conectem sistemas agroalimentares sustentáveis à segurança alimentar e aos compromissos da Agenda 2030.

O Brasil é um país continental, populoso, altamente biodiverso e com a crescente missão de produzir alimentos para mercados internos e externos. Geograficamente, o Brasil possui regiões como a Bacia Amazônica, o Cerrado e a Mata Atlântica, qualificadas como *hotspots* para conservação, e prioritárias para a prevenção da emergência de doenças em âmbito mundial. Em proteína animal, o Brasil é o segundo em produção de aves e bovinos, o quarto em suínos e o sétimo em peixes e ovos. O País também é o terceiro maior produtor mundial de leite, com a atividade sendo realizada em 99% dos municípios.

A produção agrícola brasileira representa a base concreta da segurança alimentar do País e de parte do mundo, sendo, portanto, uma atividade estratégica para um dos pilares mais ligados à Saúde Única. Dos mais de 90 milhões de hectares colhidos nos últimos anos no Brasil, parte dessa área produz alimentos que geram valores significativos para os cofres nacionais (Figura 5). Esses valores refletem sobremaneira no produto interno bruto, sendo que a atividade no campo é responsável por mais de R\$ 1,9 trilhão no ramo agrícola, R\$ 819,26 bilhões no setor pecuário, e o conjunto de ambos resulta numa participação na economia brasileira de 23,2% do Produto Interno Bruto (PIB).

Essa expressiva produção agrícola está associada ao intenso uso das terras e da água, além de insumos diversos (Figura 6). Cada uma das espécies em suas respectivas áreas plantadas utiliza para finalização de seu ciclo uma quantidade diferenciada de água, que pode ter origem nas chuvas ou em irrigação (Carvalho et al., 2013). Em espécies como o milho (*Zea mays* L.), por exemplo, a demanda hídrica fica em torno de 500 a 800 mm de água. Por outro lado, no caso do arroz (*Oryza sativa* L.), a quantidade de água para o ciclo de produção varia de 450 a 700 mm. A soja (*Glycine max* L.), por sua vez, tem uma demanda hídrica que pode variar entre 450 a 850 mm. O feijão, alimento base do brasileiro (*Phaseolus vulgaris*, L.) exige cerca de 100 mm mensais, o que no total pode representar 300 mm, dependendo da variedade e do solo onde está estabelecido. Outra espécie que é nacionalmente consumida é o café (*Coffea arabica* L.) que possui uma demanda hídrica de 800 a 1.200 mm por ciclo de produção, enquanto o algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) requer em seu ciclo teores entre 450 e 700 mm. Um outro exemplo que significa não apenas alimento, mas energia, é a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), que mostra alta demanda hídrica por ciclo de produção, em torno de 1.000 a 2.000 mm.

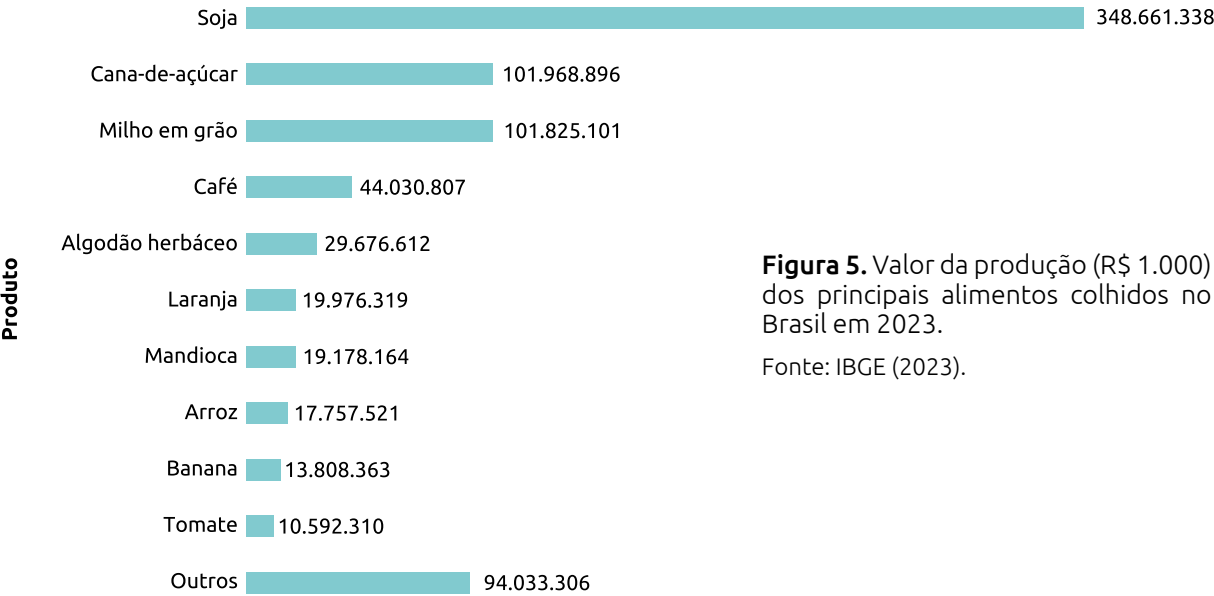


Figura 5. Valor da produção (R\$ 1.000) dos principais alimentos colhidos no Brasil em 2023.
Fonte: IBGE (2023).

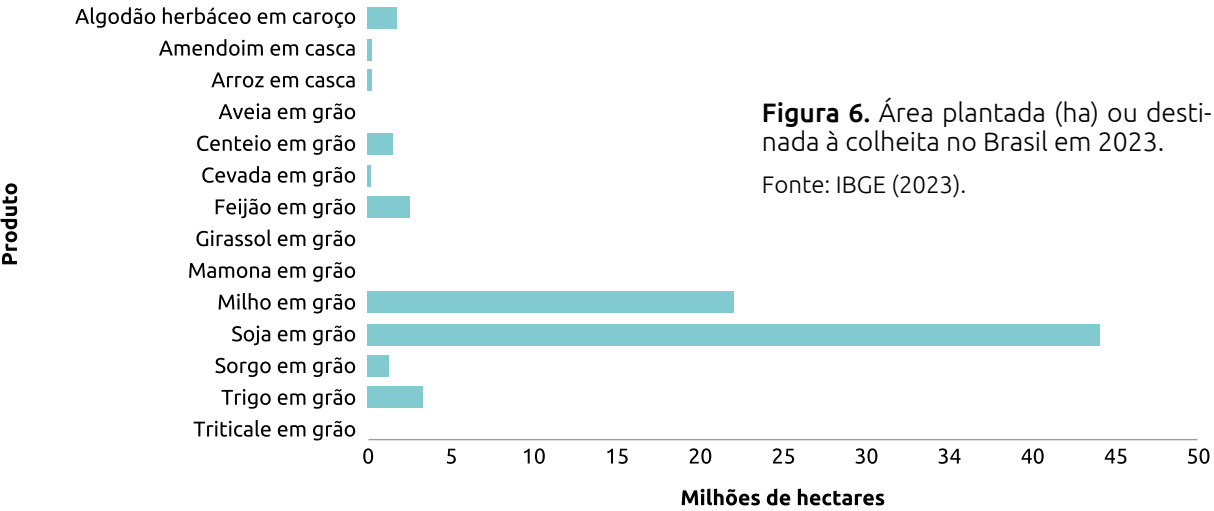


Figura 6. Área plantada (ha) ou destinada à colheita no Brasil em 2023.
Fonte: IBGE (2023).

Se a significativa quantidade de água contida nesses alimentos representa, por um lado, oferta desse bem essencial à saúde da população do próprio país ou pessoas de territórios do exterior, por outro lado, denota a possibilidade de contaminação com insumos agrícolas diversos necessários à produção, mas que podem veicular substâncias ofensivas à saúde das pessoas, dos animais e do ambiente onde são produzidos. Esses agrotóxicos, antimicrobianos, antifúngicos, entre outros contaminantes, tanto podem estar contidos nos tecidos desses alimentos como também depositados no solo via aplicação terrestre ou aérea. Essa contaminação, ao longo dos anos, pode chegar a diversos locais, via percolação ou escoamento superficial, além do transporte e transformação dos alimentos que contenham parte desses resíduos.

É preciso instrumentalizar as iniciativas das cadeias produtivas agropecuárias, atinentes aos respectivos biomas, e as políticas públicas com informações baseadas em ciência, para que o Brasil esteja preparado para respostas atuais e futuras aos desafios que se impõem. Em outras palavras, é preciso ciência e tecnologia para manter o Brasil na vanguarda da produção sustentável de alimentos de alta qualidade, em atendimento soberano às necessidades da sociedade, segundo diversas políticas públicas e privadas que promovam conjuntamente o bem-estar e bem viver das populações, e o desenvolvimento sustentável local e regional.

Esse processo envolve a identificação e respectivo diagnóstico multidimensional e transdisciplinar de questões socioambientais nos diferentes biomas nacionais, visando caracterizar as questões prementes associadas à Saúde Única para a produção sustentável de alimentos em cadeias agroindustriais e florestais. Vale destacar a importância de se realizar de forma coparticipativa o diagnóstico de saúde e a vigilância em saúde, integrando efetivamente todas as dimensões da Saúde Única. Além da adoção de práticas agrícolas sustentáveis que contribuam para a saúde ambiental, preservando a biodiversidade e reduzindo o esgotamento de recursos.

Sistemas agroecológicos, agroflorestais e biodiversos

A crescente crise socioambiental e sanitária global, resultante da degradação dos ecossistemas, da intensificação da agricultura convencional e da desconexão entre sistemas produtivos e processos ecológicos, impõe a necessidade de uma nova abordagem na produção de alimentos.

O desmatamento, a intensificação da produção agrícola e pecuária e as mudanças climáticas têm sido associados ao surgimento do SARS-CoV-2 – além dos vírus Zika, Ebola, HIV e Nipah. Nesse contexto, foram dramaticamente agravadas diversas vulnerabilidades, bem como reveladas tantas outras, especialmente em respeito de grupos populacionais historicamente vulneráveis. Essas preocupações influenciam, de forma multifatorial, a produção de alimentos em suas complexas dimensões e conexidades ambientais e socioeconômicas e, reciprocamente, são por ela afetadas. Coletivamente, desequilíbrios nos diversos ecossistemas locais por práticas agrícolas não sustentáveis podem ter impactos globais, com consequências severas no abastecimento alimentar, no clima e na sociedade como um todo, mediante colapsos nas estruturas estabelecidas. De fato, uma das hipóteses para o colapso da civilização Maia consiste nas catástrofes ecológicas provocadas pelos próprios povos, devido à destruição das florestas e dos ecossistemas existentes (Turner; Sabloff, 2012).

As práticas de produção sustentável têm implicações significativas para a saúde global, pois abordam dimensões ambientais, econômicas e sociais que são cruciais para o bem-estar humano. Nesse contexto, a redução e substituição de agroquímicos emergem como medidas fundamentais, pois esses produtos já se mostraram nocivos não apenas ao ecossistema, contaminando água, solo e biodiversidade, mas também à saúde humana e animal – com potenciais efeitos, tais como desregulação endócrina, mutações genéticas e impactos neurológicos (Kulkarni, 2022).

Além disso, políticas que restringem agroquímicos mais tóxicos e promovem alternativas ecológicas, como agentes biológicos, práticas de manejo integrado de pragas (MIP), e técnicas de agricultura de precisão, demonstram eficácia ao reduzir a carga química sem comprometer a produção. Dessa forma, a substituição de agroquímicos representa não apenas um avanço para a saúde pública e conservação ambiental, como também uma estratégia ética e econômica, ao fomentar sistemas alimentares mais resilientes e equilibrados, minimizando riscos transestoriais e promovendo o bem-estar global conforme preconiza a Saúde Única (Kulkarni, 2022).

Nesse contexto, sistemas agroecológicos, agroflorestais e biodiversos são alternativas aos sistemas agrícolas convencionais, com implicações significativas tanto para o bem-estar humano quanto para a sustentabilidade ambiental. A abordagem da Saúde Única é particularmente relevante no gerenciamento de transições agrícolas que afetam o surgimento de doenças e a conservação da biodiversidade (De Garine-Wichatitsky et al., 2021).

Segundo Ceddia et al. (2024), a agroecologia transcende o mero conjunto de práticas agrícolas sustentáveis, constituindo um movimento político que visa reorientar os sistemas alimentares para a soberania alimentar, justiça social e respeito aos ciclos ecológicos locais. Essa abordagem se opõe à lógica hegemônica do agronegócio globalizado, cujo foco é a maximização do lucro, frequentemente em detrimento da saúde dos ecossistemas e das populações humanas e animais.

Do ponto de vista ambiental, práticas agroecológicas favorecem a biodiversidade funcional, a conservação de recursos hídricos, a saúde do solo e o controle biológico de pragas e doenças – fatores que reduzem o risco de surgimento de zoonoses e outros agentes patogênicos emergentes, conforme enfatizado pela HLPE (2019). Adicionalmente, o estímulo à produção diversificada de base ecológica contribui para dietas mais saudáveis e nutritivas, combatendo a desnutrição e as doenças associadas ao consumo de alimentos ultraprocessados. Além dos aspectos ambientais e nutricionais, a agroecologia atua na dimensão social da Saúde Única ao promover condições dignas de trabalho e renda no meio rural (Wezel et al., 2009).

Em territórios sujeitos a eventos climáticos extremos, como é o caso do semiárido brasileiro, a agroecologia constitui uma estratégia essencial ao promover práticas que multiplicam a resiliência dos agroecossistemas frente a eventos como secas prolongadas. O sistema permite manter a produção demandada para alimentar seres humanos e animais sem depreciar a riqueza da vegetação ou a saúde do solo, resgatando aspectos culturais e sociais que permitam a convivência com a seca e com os riscos que ela pode oferecer (Silva, 2020). Dentre as práticas agroecológicas mais utilizadas na região semiárida, podem ser citadas as que trazem referência ao maior número de espécies e variedades em uso, bem como as de aproveitamento de restos de culturas, restos alimentares e resíduos de um modo geral (Silva, 2020), evitando que a retirada de todo material orgânico produzido nas áreas de cultivo empobreça sobremaneira a fertilidade dos solos do semiárido (Silva; Silva, 2016)

Entre as principais estratégias agroecológicas, destacam-se:

- Rotação e consorciação de culturas, que melhoram a fertilidade do solo e reduzem pragas e doenças.

- Uso de bioinsumos e controle biológico de pragas, minimizando impactos negativos na fauna e flora.
- Manejo conservacionista do solo e da água, reduzindo a erosão e otimizando o uso de recursos hídricos.
- Incorporação de sistemas biodiversos e agroflorestais, integrando árvores e cultivos agrícolas para regeneração do solo e manutenção da biodiversidade.
- Políticas governamentais federais e estaduais para garantir as boas práticas de manejo florestal sustentável, conservando a biodiversidade e o equilíbrio de zoonoses, evitando seu transbordamento para outros ambientes.
- Reaproveitamento de resíduos e reúso de águas servidas, favorecendo segurança sanitária e aspectos econômicos.

Conforme destaca Mathieu et al. (2025), sistemas agroflorestais aumentam em média em 23% a entrega de serviços ecossistêmicos e a biodiversidade em comparação à agricultura convencional, com efeitos particularmente fortes sobre os serviços de regulação, suporte e indicadores de biodiversidade. Isso é essencial diante da atual crise de colapso da biodiversidade, a qual ameaça diretamente a multifuncionalidade dos ecossistemas e, por consequência, a saúde e o bem-estar humanos (Mathieu et al., 2025). Além de mitigar os impactos das mudanças climáticas, por meio do sequestro de carbono e da redução da perda de solo e nutrientes, os sistemas agroflorestais também melhoram a qualidade da água e regulam sua disponibilidade, aspectos diretamente ligados à prevenção de doenças zoonóticas e à promoção de ambientes saudáveis para seres humanos e animais (Mathieu et al., 2025). Esses sistemas fornecem uma alternativa sustentável à agricultura convencional, mantendo a qualidade do solo e apoiando polinizadores e espécies de controle de pragas, contribuindo assim para a segurança alimentar e adaptação às mudanças climáticas (Milheiras et al., 2022; Kremer, 2020).

O conhecimento ecológico tradicional e a agroecologia são essenciais para manter a biodiversidade nos sistemas agroflorestais, pois orientam práticas sustentáveis que equilibram técnicas agrícolas modernas com padrões tradicionais de manejo (Vallejo-Ramos et al., 2016). Esses sistemas não apenas preservam a biodiversidade, mas também aumentam a resiliência dos sistemas socioecológicos, promovendo o envolvimento da comunidade e a gestão participativa (Vega, 2016). Em geral, a integração de agrossilvicultura, alternativas agroquímicas sustentáveis e práticas de manejo baseadas na comunidade oferece um caminho para melhorar a biodiversidade, os serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano em diversos contextos agroecológicos.

Assim, a agroecologia e a agrofloresta se apresentam como caminhos promissores para integrar os pilares da Saúde Única. Ao reduzir a dependência de insumos químicos e processos intensivos, resgatar saberes locais e fortalecer a autonomia dos agricultores, contribui-se para a sustentabilidade ambiental, a segurança alimentar e nutricional e a saúde humana e animal. A construção de sistemas agroalimentares baseados nesses princípios representa não apenas uma alternativa técnica viável, mas uma necessidade ética e política frente à crise socioecológica contemporânea.

Agricultura digital e inovação para a sustentabilidade

O avanço da agricultura digital representa uma das mais significativas transformações na busca por sistemas agroalimentares mais sustentáveis, produtivos e resilientes, sendo um instrumento fundamental para a promoção da Saúde Única. A crescente demanda por alimentos seguros e de qualidade, impulsionada pelo aumento populacional, mudanças climáticas e pressões sobre os recursos naturais, exige a incorporação de tecnologias inovadoras que permitam a intensificação sustentável da produção agrícola (Massruhá et al., 2020).

A agricultura digital constitui um conjunto de tecnologias baseadas em sensores, internet das coisas (IoT), inteligência artificial (IA), big data, robótica, entre outras, que permitem o monitoramento em tempo real e a gestão precisa dos recursos naturais e produtivos (Bolfe et al., 2020). Esse processo de transformação digital é orientado pela necessidade de aumentar a produtividade e a eficiência, reduzir os impactos ambientais e assegurar a saúde e o bem-estar de populações humanas e ecossistemas.

As tecnologias digitais permitem, por exemplo, a otimização do uso de insumos, como fertilizantes e defensivos agrícolas, minimizando riscos ambientais e promovendo práticas agrícolas mais responsáveis (Bolfe et al., 2020). Além disso, favorecem a rastreabilidade e a segurança alimentar ao possibilitar o monitoramento contínuo das cadeias produtivas. Essas inovações possibilitam uma tomada de decisão mais informada e eficiente, contribuindo significativamente para a segurança alimentar e para a resiliência dos sistemas agroalimentares. Por exemplo, métodos baseados em inteligência artificial permitem previsões mais acuradas e gestão de riscos, enquanto sistemas automatizados de colheita e monitoramento, como o uso de sensores acoplados a drones para detectar pragas ou estimar a produtividade, mostram-se promissores para transformar profundamente a produção agrícola, tornando-a mais sustentável e competitiva (Niedbała et al., 2024).

Dentre as diversas inovações associadas à agricultura digital, destacam-se as geotecnologias, que incluem sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica (SIG) e bancos de dados geoespaciais. Essas ferramentas são fundamentais para o monitoramento agrícola, caracterização de recursos naturais e avaliação de cenários produtivos, oferecendo suporte estratégico à tomada de decisão (Macário et al., 2023).

A modelagem agroambiental, por sua vez, tem se consolidado como elemento-chave na transformação digital da agricultura, permitindo simular as interações complexas entre solo, planta, atmosfera e práticas de manejo. Essa modelagem oferece subsídios importantes para políticas públicas, planejamento rural e gestão de riscos climáticos, contribuindo diretamente para a sustentabilidade dos agroecossistemas (Cuadra et al., 2020).

A integração entre dados provenientes de sensores de campo, imagens de satélite e modelos preditivos possibilita estimar a produtividade agrícola, identificar áreas vulneráveis a estresses ambientais e propor estratégias de adaptação e mitigação frente às mudanças climáticas

(Cuadra et al., 2020). Dessa forma, promove-se a resiliência dos sistemas agrícolas, um dos pilares da Saúde Única.

No contexto brasileiro, a agricultura digital é impulsionada por diversas forças motrizes, incluindo o crescimento populacional, mudanças no padrão alimentar, avanços tecnológicos e a necessidade de garantir segurança alimentar e competitividade no mercado global (Martha Júnior, 2020). Estima-se que, até 2050, a população mundial superará 9 bilhões de habitantes, o que exigirá um aumento significativo na produção de alimentos, fibras e bioenergia (Massurhá et al., 2020).

As tecnologias digitais oferecem respostas às demandas emergentes ao ampliar a eficiência produtiva, reduzir custos e mitigar impactos ambientais. No entanto, é imprescindível que essas soluções sejam acompanhadas de análises econômicas e considerações éticas, especialmente no que se refere à propriedade e segurança dos dados gerados nas atividades agrícolas (Bolfe et al., 2020).

Apesar dos avanços significativos, persistem desafios para a plena implementação da agricultura digital, tais como a necessidade de ampliar a conectividade no meio rural, garantir a capacitação de agricultores e desenvolver modelos de negócios sustentáveis e inclusivos (Bolfe et al., 2020). Além disso, é fundamental superar barreiras relacionadas à interoperabilidade entre sistemas e à governança dos dados, assegurando que as tecnologias sejam utilizadas de forma ética e responsável.

As oportunidades, por outro lado, são vastas: a agricultura digital pode contribuir para a segurança alimentar, a mitigação das mudanças climáticas, a conservação da biodiversidade e a melhoria da qualidade de vida nas áreas rurais. A transformação digital, ao reconfigurar as relações entre produtores, consumidores e meio ambiente, representa uma poderosa alavanca para a transição rumo a sistemas agroalimentares mais sustentáveis e resilientes, essenciais para a promoção da Saúde Única. A efetividade dessa transformação depende, contudo, do fortalecimento de políticas públicas, da cooperação internacional e do compromisso com a sustentabilidade e a equidade social.



Foto: Totosiang 1977 (AdobeStock)

Prevenção, vigilância e controle de riscos em Saúde Única

A integração da prevenção, vigilância e controle de risco na estrutura em Saúde Única é vital para o gerenciamento de doenças zoonóticas, que representam uma proporção significativa das doenças infecciosas emergentes. Sistemas de vigilância eficazes são fundamentais para esses esforços, permitindo a coleta e análise oportunas de dados para informar as estratégias de saúde pública.

A vigilância, em primeiro lugar, serve como espinha dorsal para a prevenção e controle de doenças, permitindo a coleta e análise sistemáticas de dados de saúde. Esse processo contínuo é essencial para planejar e avaliar as práticas de saúde pública, garantindo que as informações oportunas cheguem às partes interessadas que possam agir sobre elas (Justus et al., 2023). Por exemplo, a pandemia de covid-19 ressaltou a necessidade de sistemas de vigilância robustos para monitorar eventos de transbordamento zoonótico, que podem levar a surtos generalizados (Huang et al., 2024).

Em seguida, destaca-se a abordagem de Saúde Única para controle de riscos, a qual defende esforços colaborativos em vários setores para mitigar os *drivers* ou aceleradores associados às doenças zoonóticas. Ao integrar a vigilância da vida selvagem, de animais de produção e

da saúde humana, as partes interessadas podem antecipar e responder melhor às ameaças potenciais (Huang et al., 2024).

Apesar das vantagens da abordagem de Saúde Única, os desafios permanecem em sua implementação. Por exemplo, a eficácia dos sistemas de vigilância pode ser prejudicada pelo compartilhamento inadequado de dados entre os setores e recursos insuficientes para um monitoramento abrangente, seja pela falta de transparência ou por sistemas de análise e comunicação inadequados (Qattan et al., 2023). Além disso, a complexidade das vias de transmissão zoonótica complica as medidas de avaliação e controle de riscos, exigindo pesquisas e colaboração contínuas.

Em contraste, há argumentos de que focar apenas na vigilância da saúde humana pode produzir resultados mais rápidos no controle de surtos, pois permite intervenções imediatas de saúde pública. No entanto, essa perspectiva ignora o papel crítico da saúde animal e ambiental na prevenção de futuras pandemias, destacando a necessidade de uma abordagem equilibrada que incorpore todos os aspectos da estrutura de Saúde Única (Simonin, 2022).

Índices, indicadores e métricas em Saúde Única

A implementação de uma agenda em Saúde Única exige esforço colaborativo e transdisciplinar em todos os níveis (local, regional, nacional e global), para que haja o melhor entendimento possível da interação entre os seres vivos que compartilham o mesmo ambiente global, onde a saúde de cada componente está interligada e dependente dos demais. A prevenção e controle das doenças devem considerar, como elementos fundamentais, os componentes geográficos, socioeconômicos, ecológicos, bem como as atividades humanas e agroalimentares (Calistri et al., 2013).

Mapeamento e análise de ferramentas disponíveis globalmente em Saúde Única

Entre os anos de 2000 e 2023, um inventário global de ferramentas voltadas à abordagem de Saúde Única foi conduzido pelo grupo do OHHLEP (Behraves, et al. 2024) com o objetivo de apoiar o desenvolvimento de capacidades e a implementação do Plano de Ação Conjunto em Saúde Única. A iniciativa buscou identificar ferramentas públicas que fossem relevantes para o tema, aplicadas em pelo menos cinco países e com informações disponíveis de forma transparente. O levantamento considerou, ainda, a relação das ferramentas com as trilhas de ação e a teoria da mudança da Saúde Única, além de apontar lacunas e prioridades para novos desenvolvimentos (FAO et al., 2022).

A análise inicial identificou mais de 100 ferramentas, das quais 50 foram selecionadas com base em critérios de aplicabilidade, escopo e abordagem de temas como gênero, inclusão social e sustentabilidade ambiental. Cerca de 57% dessas ferramentas foram desenvolvidas por instituições da Quadripartite (FAO, OMS, OMSA e Pnuma) e a maioria possui caráter

multissetorial. Apesar do destaque para instrumentos de avaliação e implementação, foram identificadas carências em áreas como planejamento estratégico, priorização e monitoramento de ações. A linha de ação mais contemplada foi o fortalecimento de capacidades (linha 1), enquanto a resistência aos antimicrobianos (linha 5) foi a menos coberta pelas ferramentas mapeadas (Quadripartite, 2022).

O estudo também revelou desafios importantes para a efetiva operacionalização da abordagem de Saúde Única, como a fragmentação de dados, a escassez de instrumentos robustos de monitoramento e a baixa integração de aspectos sociais, de gênero e ambientais. Apenas 13 ferramentas incorporaram a dimensão ambiental de forma estruturada, e apenas 4 abordaram com profundidade questões de equidade de gênero e inclusão social. Entre as recomendações, destaca-se a necessidade de adaptar ou criar novas ferramentas que contemplem todas as linhas do *One Health Joint Plan of Action* (OH-JPA), promovam coordenação intersetorial em respostas a surtos e se baseiem em boas práticas internacionais já consolidadas (Brasil, 2025a).

Construção de um Índice Global de Saúde Única

Sugerindo a construção de um Índice Global de Saúde Única (GOHI), Zhang et al. (2022) consideraram três componentes essenciais da Saúde Única: (1) a ligação entre saúde humana, animal e ambiental e a necessidade de mobilização dos setores representativos desses eixos, a multiplicidade de disciplinas e de comunidades; (2) o pensamento holístico, que deve incorporar aspectos sociais, culturais, econômicos e fatores naturais; (3) a necessidade de promover um sistema que coordene a saúde, simultaneamente em seus eixos, para garantir efetividade na resolução dos desafios globais. Esse índice global abrange uma ampla gama de indicadores. Os resultados iniciais demonstram variações significativas de desempenho por região, reforçando a necessidade premente de fortalecer os mecanismos de governança (Zhang et al., 2022).

Zhang et al. (2022) propõem cinco componentes para o estabelecimento do Índice Global de Saúde Única (GOHI), caracterizado pelo índice de fatores impulsionadores (*drivers*) nucleares; índice de fatores impulsionadores (*drivers*) internos ou intrínsecos; e índice de fatores impulsionadores (*drivers*) externos.

Os índices propostos foram selecionados segundo as diretrizes dos Relatórios Transparentes de Revisões Sistemáticas e Meta-análises ou *Transparent Reporting of Systematic Reviews and Meta-Analyses* (Prisma) (Moher et al., 2015) ou métodos baseados em Teoria Fundamentada (Glaser, 1965; Charmaz, 2009; Feng et al., 2022) e entrevistas com especialistas (Liberati et al., 2009; Jato-Espino et al., 2023). Além disso, são utilizadas buscas em bases de dados públicas tanto para a escolha dos índices quanto para a definição dos critérios de ponderação. Assim, são empregadas diferentes fontes de dados no cálculo dos escores de cada índice que integra o GOHI, conforme apresentadas na Tabela 1.

Os índices são selecionados conforme os princípios de relevância, fontes confiáveis, acesso aberto, integralidade, atualidade, comparabilidade e dados disponíveis em bases de dados abertas, empregando métodos de hierarquização como a Técnica para Ordem de Preferência

Tabela 1. Conjunto de índices e respectivos indicadores componentes de um Índice Global de Saúde Única (GOHI).

Categoria	Indicador-chave	Indicador
A) Índice de fatores impulsionadores externos (EDI)	A1: Sistema terrestre	Terra/solos
		Matas/vegetação nativa dos biomas
		Água
		Ar
		Desastres naturais
	A2: Sistema institucional	Justiça
		Governança
	A3: Sistema econômico	Finanças
		Trabalho
		Moradia
	A4: Sistema social	Demografia
		Educação
		Desigualdades
	A5: Sistema tecnológico	Transporte
		Adoção de tecnologias
		Produção e consumo
B) Índice de fatores impulsionadores internos ou intrínsecos (IDI)	B1: Saúde humana	Saúde reprodutiva, materna, neonatal e infantil
		Doenças infecciosas
		Doenças não comunicáveis e saúde mental
		Lesões e violência
		Cobertura universal de saúde e sistemas de saúde
	B2: Saúde animal e diversidade de ecossistemas	Risco à vida
		Doenças animais epidêmicas
		Bem-estar animal
		Nutrição animal (adequada)
		Biodiversidade animal
	B3: Saúde ambiental	Qualidade do ar e mudanças climáticas
		Recursos ambientais
		Saneamento e recursos hídricos
		Perigos químicos
		Biodiversidade ambiental
C) Índice de fatores impulsionadores nucleares (CDI)	C1: Governança	Participação
		Estado de direito
		Transparência
		Capacidade de resposta
		Orientada para o consenso
		Equidade e inclusão
		Eficácia e eficiência
		Apoio político

Continua..

Tabela 1. Continuação.

Categoria	Indicador-chave	Indicador
C) Índice de fatores impulsionadores nucleares (CDI)	C2: Doenças zoonóticas	Fonte de infecção
		Rotas de transmissão
		População-alvo
		Capacidade instalada
	C3: Segurança alimentar e segurança do alimento	Resultados (estudos de casos)
		Demanda e oferta de alimentos
		Segurança e soberania alimentar
		Nutrição
		Circunstâncias naturais e sociais
		Apoio e resposta do governo
	C4: Resistência aos antimicrobianos (RAM)	Sistema de vigilância para RAM
		Rede de laboratórios e capacidade de coordenação em RAM
		Controle e otimização do uso de antimicrobianos
		Consciência e compreensão sobre uso de antimicrobianos
		Taxa de resistência para os antimicrobianos de maior uso
	C5: Mudanças climáticas	Resposta governamental
		Riscos das mudanças climáticas
		Impactos na saúde

Fonte: Adaptado de Zhang et al. (2022).

por Similaridade à Solução Ideal (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*; TOPSIS) (Jato-Espino et al., 2023) ou processo analítico baseado em lógica nebulosa e modelos de máxima entropia (Feng et al., 2022).

Considerando-se a estrutura proposta por Zhang et al. (2022), o índice de fatores impulsionadores externos refere-se ao ambiente facilitador para o desenvolvimento da Saúde Única: fatores sociais, econômicos e culturais, que afetam o desenvolvimento da Saúde Única (Zhang et al., 2022; Feng et al., 2022). O índice de fatores impulsionadores internos ou intrínsecos (Feng et al., 2022) avalia as práticas de Saúde Única na interface homem-animal-vegetal-ambiente, e busca medir o desenvolvimento da saúde humana, animal, vegetal e ambiental nas regiões, territórios ou países. Esse conjunto de índices e seus respectivos indicadores representa elementos-chave a serem considerados na governança da Saúde Única em territórios, e sua avaliação pode ser utilizada para subsidiar a alocação de recursos para políticas de saúde e promover o desenvolvimento sustentável. O índice de fatores impulsionadores nucleares, abrangendo dados primários, secundários e revisões sistemáticas, atende aos propósitos de avaliar a implementação da Saúde Única na gestão de campos científicos fundamentais, incluindo doenças infecciosas zoonóticas emergentes, segurança dos alimentos, resistência aos antimicrobianos (RAM), alterações climáticas e governança.

O índice de fatores impulsionadores nucleares pode ser formado a partir de indicadores que incluem desde dados, informações e conhecimentos gerados por resultados analítico-laboratoriais sobre o amplo escopo da Saúde Única, revisões sistemáticas até o macroprocesso de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) da Embrapa e do conjunto de instituições parceiras. A determinação dos pesos de cada um dos indicadores que compõem os diferentes índices emprega protocolos de lógica nebulosa ou difusa (*fuzzy logic*) (Feng et al., 2022). Ainda que Zhang et al. (2022) indiquem várias limitações (limitações de dados e fontes de dados; restrição geográfica de especialistas consultados; necessidade de aprimoramento da validação dos indicadores), seu trabalho representa avanço em prol de um Índice Global em Saúde Única, sugerindo horizontes e perspectivas para um emprego mais amplo com eventuais ajustes.

Ferramentas para priorização ou prevenção de zoonoses

Ações visando a identificação colaborativa dos processos mais prioritários de zoonoses são utilizados no Processo de Priorização de Doenças Zoonóticas do Programa Saúde Única (Centers for Disease Control and Prevention, 2023), em países da América, África e Ásia (Rist et al., 2014; Pieracci et al., 2016; Centers for Disease Control and Prevention, 2023), baseados em critérios como potencial pandêmico de zoonoses, estimativas de morbidade e mortalidade da população humana e população animal, e impacto econômico da doença em animais de produção, dentre outros. Os processos, conduzidos participativamente, têm como um dos propósitos apoiar a construção de políticas públicas para a Saúde Única, principalmente a alocação de recursos, envolvendo os principais *stakeholders* e especialistas do setor público e privado, incluindo representantes de instituições e setores vinculados a um dos pilares da Saúde Única (saúde ambiental, saúde humana, saúde animal, saúde vegetal), propondo um plano de ação com engajamento multissetorial (Centers for Disease Control and Prevention, 2023).

Considerados um dos efeitos das interconexões homem-animal-ambiente, os episódios de doenças zoonóticas demandam uma abordagem na perspectiva da Saúde Única para a sua prevenção e controle, sendo as zoonoses indicadores-chave para a Saúde Única (Zhao et al., 2022; Jato-Espino et al., 2023). Dessa forma, Zhao et al. (2022) propõem um índice de Saúde Única para Zoonoses (OHIZ) para avaliar a capacidade do país ou território de prevenir ou responder a eventos zoonóticos, incluindo desde a seleção das bases de dados para escolha dos indicadores que compõem o OHIZ até a sua validação. Os indicadores e subindicadores selecionados para o OHIZ foram: (1) fonte de infecção (estratégia, sub-regulação, vigilância e saneamento básico); (2) rota/via de transmissão (detecção dos agentes, políticas de controle de vetores e reservatórios); (3) população-alvo (vacinação, cobertura de serviços básicos e intervenções em saúde, número de pessoas vivendo abaixo do nível do mar); (4) competência instalada (promoção da saúde com foco nas zoonoses, proteção de áreas naturais) e (5) resultados de estudos de caso. Portanto, é necessário dispor de bases de dados construídas a partir de ações de vigilância e de estudos epidemiológicos robustos para permitir a escolha dos melhores indicadores para composição do OHIZ, incluindo a priorização das zoonoses de maior impacto para o país.

Como signatária do acordo quadripartite, a FAO tem apoiado ações que permitem o empoderamento do setor pecuário na África. Existem alguns exemplos no mundo, dentre eles, o

Programa Pecuária Sustentável 2050 na África (*Africa Sustainable Livestock 2050*) (FAO, 2017). Esse programa, operando com base em estudos de cenários, síntese de conhecimento, ferramentas de priorização e engajamento de *stakeholders*, prevê que os investimentos no setor pecuário africano causarão impacto sem precedentes sobre o ambiente e a Saúde Única. Assim, antecipando-se a esses possíveis impactos, o programa busca construir uma visão geral da situação e tendências atuais em doenças zoonóticas e resistência aos antimicrobianos (RAM), priorizando as ameaças e levantando as capacidades institucionais dos países para a sua gestão na perspectiva da Saúde Única, incluindo o nível de engajamento dos diferentes envolvidos e interessados (FAO, 2023a).

Bases de dados em saúde para indicadores de saúde humana no Brasil

No contexto brasileiro, as fontes de indicadores de saúde humana são diversificadas e fundamentais para a avaliação do sistema de saúde e o bem-estar da população e no contexto da Saúde Única. O mapeamento das fontes de dados é etapa essencial para definir as fontes a serem utilizadas na preparação de índices, escolha de indicadores e de métricas para avaliação da saúde. A garantia da qualidade e integridade dos dados e informações é trabalho árduo, que vem sendo conduzido pelos profissionais de saúde há décadas, buscando garantir que as fontes de dados sejam representativas, precisas e atualizadas para apoiar políticas de saúde eficazes e a tomada de decisão.

Na Tabela 2, são apresentadas as principais bases de dados brasileiras, a abrangência geográfica e os indicadores de saúde humana que podem ser obtidos a partir de cada fonte. Cada fonte desempenha papel fundamental na coleta e análise de dados para monitorar a saúde e bem-estar da população, bem como no desenvolvimento de políticas de saúde baseadas em evidências.

Bases de dados para indicadores em saúde animal

Os programas sanitários animais (Brasil, 2019a) realizam periodicamente inquéritos de prevalência das doenças-alvo nos estados, mas essas informações não são disponibilizadas em base de dados aberta, embora possam ser eventualmente acessadas mediante instrumento formal de parceria. A estruturação de bases de dados e informações é uma lacuna identificada para a construção de índices, indicadores e métricas para um programa em Saúde Única, especialmente em relação à saúde animal.

Na Tabela 3, são listadas as principais bases de dados, a abrangência geográfica e os indicadores de saúde animal que podem ser obtidos a partir de cada fonte, de abrangência global, nacional ou estadual, incluindo indicadores para vigilância de doenças em populações da vida selvagem em nível global (WAHIS-WILD).

Tabela 2. Bases de dados em saúde para indicadores de saúde humana.

Base de dados	Abrangência	Indicador de saúde humana	Fonte
IBGE	Nacional	Censos demográficos	(IBGE, 2022)
IBGE	Nacional	Pesquisa de Orçamento Familiar (POF)	(IBGE, 2018)
IBGE	Nacional	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (Pnad)	(IBGE, 2015)
Ministério da Saúde	Nacional	Sistema de Informação de Mortalidade (SIM)	(Brasil, 2023b)
Ministério da Saúde	Nacional	Sistema de Nascidos Vivos (Sinasc)	(Brasil, 2020b)
Ministério da Saúde	Nacional	Sistema Nacional de Agravos de Notificação (Sinan)	(Brasil, 2014)
Ministério da Saúde	Nacional	Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (Sihsus)	(Brasil, 2008)
Ministério da Saúde	Nacional	Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológico (Sinitox)	(Fundação Oswaldo Cruz, 2009)
Ministério da Saúde	Nacional	Pesquisas populacionais (inquéritos)	(Brasil, 2023c)
Ministério da Saúde	Nacional	Pesquisa Nacional de Saúde (PNS)	(Brasil, 2021)
Ministério da Saúde	Nacional	Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (Vigitel)	(Brasil, 2023d)
Ministério da Saúde	Nacional	Pesquisa Nacional sobre Acesso, Utilização e Promoção do Uso Racional de Medicamentos (Pnaum)	(Álvares et al., 2017)

Bases de dados para indicadores de saúde ambiental no Brasil

Os indicadores de saúde ambiental, conforme proposto por diferentes autores, políticas públicas e bases de dados para o Brasil, estão apresentados na Tabela 4.

Bases de dados para índices agrossocioambientais no Brasil

Índices agrossocioambientais devem ser utilizados para a avaliação da Saúde Única, em diferentes eixos e escalas de uso, como propriedade rural, município, bacia, estado, bioma ou abrangência nacional, sendo apresentados na Tabela 5.

Tabela 3. Bases de dados em saúde para indicadores de saúde animal

Base de dados	Abrangência	Indicador de saúde animal	Fonte
Sistema Nacional de Informação Zoossanitária (SIZ)	Nacional	Notificações de enfermidades	(Brasil, 2025d)
IBGE	Nacional	Censo agropecuário	(IBGE, 2025)
World Animal Health Information System (WAHIS)	Global	Notificações de enfermidades, sistemas de alerta, relatórios anuais sobre doenças animais que afetam as populações humanas, as populações animais e as capacidades dos serviços veterinários, tais como pessoal, capacidade laboratorial e produção de vacinas. Informações sobre doenças da vida selvagem que não estão incluídas na lista da World Organization for Animal Health (WOAH), mas necessitam de vigilância nos países.	(World Organisation for Animal Health, 2023)
Inquéritos dos programas sanitários animais	Estadual	Incluem dados de prevalência e fatores de risco para a doença-alvo do programa, provenientes de inquéritos epidemiológicos realizados pelos órgãos estaduais de defesa sanitária animal. Obs.: Essas bases não são abertas.	(Brasil, 2025e)

Tabela 4. Indicadores de saúde ambiental, conforme proposto por Zhang et al. (2022); Feng et al. (2022); Zhao et al. (2022); Jato-Espino et al. (2023), e provenientes de políticas públicas e bases de dados brasileiras.

Indicador- chave	Políticas públicas Serviços/planos/programas/sistemas (Brasil)	Fonte
Qualidade do ar	Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Poluentes Atmosféricos (Vigiar) (MS)	(Brasil, 2025f)
Mudanças climáticas	Inpe / Cemaden / IPCC	(INPE, 2023)
Ativos ambientais	Relatório Nacional para CDB	(Brasil, 2023e)
Uso da terra	MapBiomass / Inpe	(MapBiomass, 2023) (INPE, 2023)
Saneamento básico	Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM) – Vigiagua (MS)	(Brasil, 2025f)

Continua..

Tabela 4. Continuação.

Indicador- chave	Políticas públicas Serviços/planos/programas/sistemas (Brasil)	Fonte
Recursos hídricos	Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM) – Vigiaqua (MS)	(Brasil, 2025f)
Sinistros; intoxicações	Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM) – Vigipeq (MS) e Vigidesastres (MS) Estudos de Avaliação de Risco à Saúde Humana (ARSH) Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (Sinitox) – Fiocruz (MS)	(Brasil, 2025f) (Fundação Oswaldo Cruz, 2009)
Biodiversidade	Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBR) (MCTI) CNC-Flora (IJB-RJ-ICMBio) Specieslink SISSGeo – Fiocruz Coleção de Botânica de Plantas Medicinais – Fiocruz 6º Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica	(Brasil, 2025g) (Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2023f) (SpeciesLink, 2023) (Fundação Oswaldo Cruz, 2021) (Fundação Oswaldo Cruz, 2023) (Brasil, 2023e)
Espécies invasoras	Sistema de Informação de Manejo de Fauna (Simaf) (Ibama)	(Ibama, 2023)

Tabela 5. Índices agrossocioambientais: descrição, alinhamento a políticas públicas e escala de uso.

Indicador-chave	Breve descrição	Alinhamento a políticas públicas nacionais	Escala de uso
Índice de integridade hidrológica.	Avalia se a propriedade possui áreas úmidas drenadas, diques ou estradas em aterro que impeçam o livre fluxo da água. Pode ser um indicador valorizado em certificações.	Alinhado à política nacional de zonas úmidas e à Convenção de Ramsar, da qual o Brasil é signatário.	Propriedade rural, município, bacia, estado, bioma e nacional, sendo expresso como porcentagem das áreas úmidas afetadas.

Tabela 5. Continuação.

Indicador-chave	Breve descrição	Alinhamento a políticas públicas nacionais	Escala de uso
Índice de uso do fogo para manejo.	Avalia a frequência de incêndios ou queimadas em período proibido, ou ainda se há incêndios atingindo áreas florestais nos últimos 3 anos na propriedade rural. Existem diversos laboratórios no país que já realizam o monitoramento via satélite e conduzem diagnósticos detalhados do histórico de fogo (Inpe, Laboratório de Aplicações de Satélites Ambientais – Lasa, etc.); há também vários sistemas de alerta de risco de incêndio para subsidiar a orientação dos produtores rurais e tomadores de decisão em órgãos públicos.	Alinhado às políticas de redução de incêndios e combate às mudanças climáticas.	Propriedade rural/paisagem, município, bacia, estado, bioma e nacional.
Índice agregado do potencial da paisagem para a biodiversidade.	Esse indicador composto pode constituir a base para um sistema nacional de avaliação das paisagens agrícolas, utilizando eDNA, iDNA e inteligência artificial no desenvolvimento de uma ferramenta automatizada de diagnóstico, reporte e avaliação de impactos, compondo um conjunto de indicadores de biodiversidade para apoiar esquemas de pagamento de biocréditos, em interface com o conceito de Saúde Única.	Alinhado à política nacional de biodiversidade	Propriedade rural/paisagem, município, bacia, estado, bioma e nacional.

Fonte: Tomás (2023).

Métodos aplicados para avaliação de sustentabilidade e impactos ambientais no Brasil

A Embrapa, em conjunto com parceiros estratégicos de outras Instituições de Ciência, Tecnologia e Educação (ICT&E) desenvolveu e adaptou uma série de métodos aplicados para avaliação de sustentabilidade e impactos ambientais, dos quais destacam-se a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), a Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural (APOIA

– Novo Rural) e o Sistema de Avaliação de Impactos Ambientais de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Agro). Essas são ferramentas que permitem analisar e promover a gestão ambiental de produtos e processos no ambiente rural, agroindustrial e urbano, em diferentes graus de detalhamento.

A ACV é um método padrão internacionalmente empregado por vários governos e empresas na avaliação de impacto de produtos e processos. É padronizado pela série de normas ABNT NBR NA 14040. Na Embrapa, o método tem sido adaptado para os produtos agropecuários e agroindustriais brasileiros. Tem como principais vantagens ser comparável com estudos em todo o mundo, usar medidas objetivas e ser reconhecido mundialmente. Vem sendo empregado em:

- Rotulagem ambiental de produtos.
- Design ecológico de produtos e processos.
- Definição de critérios para importação e exportação de mercadorias.
- Formulação de políticas para o consumo sustentável.
- Comunicação para a sociedade sobre aspectos ambientais de produtos.

A ACV tem tido importante papel na promoção de produção e consumo mais sustentáveis.

A APOIA – Novo Rural é uma ferramenta que integra 62 indicadores de desempenho socioambiental, medidos em análises instrumentais em campo e levantamento de dados com os responsáveis pelos estabelecimentos rurais. Tem como principal vantagem usar medidas objetivas e ser de simples aplicação. Sua aplicação melhora a gestão ambiental de atividades rurais, indicando os pontos críticos para melhoria do manejo e os pontos favoráveis das atividades, contribuindo para o desenvolvimento local sustentável.

O Ambitec – Agro é uma ferramenta que integra 27 critérios de desempenho socioambiental. Baseia-se em levantamento de dados em diálogo com o responsável pelo estabelecimento e visitas a campo. É utilizada para análise do impacto da adoção de novas tecnologias e práticas de manejo. Seu foco é analisar o que mudou nos estabelecimentos, considerando o contexto produtivo anterior e posterior a essas mudanças. Tem como principais vantagens sua flexibilidade, fácil operação, baixo custo e curto tempo para análise. Os resultados da avaliação permitem ao interessado verificar os impactos positivos e negativos da adoção tecnológica no desempenho de sua atividade e apontar ações de melhoria. Para gestores e organizações, facilita a definição de políticas e instrumentos para o desenvolvimento de tecnologias e práticas que promovam retorno para a sociedade.

Fontes de dados para a construção de indicadores de Saúde Única

No contexto da saúde humana, as fontes de indicadores são diversificadas e fundamentais para a avaliação do sistema de saúde e o bem-estar da população e no contexto da Saúde

Única. O mapeamento das fontes de dados é etapa crucial para definir as fontes a serem utilizadas na preparação de índices, escolha de indicadores e de métricas para avaliação da saúde. A garantia da qualidade e integridade dos dados e informações é trabalho árduo, que vem sendo conduzido pelos profissionais de saúde há décadas, buscando garantir que as fontes de dados sejam representativas, precisas e atualizadas para apoiar políticas de saúde eficazes e a tomada de decisão. A seguir são enumeradas as fontes a serem utilizadas nesse contexto.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

Censos demográficos: São fontes essenciais de dados sobre características da população. Fornecem informações sobre a população total, crescimento populacional, proporção urbana/rural e razão de dependência. Apresentam alta representatividade, periodicidade e sustentabilidade, mas podem perder precisão entre censos. (IBGE, 2022).

Pesquisa de Orçamento Familiar (POF): Visa fornecer informações essenciais para calcular índices de preços e contas nacionais, estudar hábitos de consumo e realizar análises socioeconômicas. Cobre domicílios urbanos e rurais em todo o Brasil, excluindo áreas específicas como quartéis, prisões e hospitais. (IBGE, 2018).

Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (Pnad): Realizada anualmente até 2016, fornece informações sobre a população, educação, trabalho, renda e habitação. Foi substituída pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (Pnad Contínua) com método atualizado, oferecendo informações trimestrais abrangentes sobre a força de trabalho em todo o País. A Pnad existiu por 49 anos, desempenhando papel crucial no desenvolvimento socioeconômico e na formulação de políticas para melhorar as condições de vida no Brasil (IBGE, 2015).

Ministério da Saúde

Sistema de Informação de Mortalidade (SIM): Fornece informações quantitativas e qualitativas sobre óbitos, sendo uma ferramenta essencial de gestão em saúde que auxilia na tomada de decisões em várias áreas da assistência à saúde. No nível federal, é gerenciado pela Secretaria de Vigilância à Saúde (SVS) e possui um ambiente online para compartilhamento de informações com acesso restrito para proteção da confidencialidade dos dados pessoais (Brasil, 2023b).

Sistema de Nascidos Vivos (Sinasc): Estabelecido em 1990, coleta dados de nascimentos em todo o Brasil para informar o sistema de saúde. A SVS/MS coordena o sistema nacionalmente, gerenciando alterações no layout e distribuição de formulários. Desde 1994, muitos municípios têm mais registros do que o IBGE com base nos cartórios. O Sinasc também ajuda a criar indicadores para o planejamento de serviços de saúde (Brasil, 2025h).

Sistema Nacional de Agravos de Notificação (Sinan): Sistema de notificação de doenças e agravos de notificação compulsória, permitindo aos estados e municípios incluir problemas de saúde regionais. Ajuda a diagnosticar eventos na população, investigar causas de agravos, identificar riscos e democratizar informações de saúde. Usado de forma descentralizada, auxilia no planejamento, definição de prioridades e avaliação de intervenções na saúde pública (Brasil, 2014).

Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (Sihsus): O sistema agrega várias bases de dados relevantes para a análise de indicadores de saúde humana. A Autorização de Internação Hospitalar (AIH) do Sihsus tem o objetivo de registrar atendimentos resultantes de internações financiadas pelo SUS e, após o processamento, gera relatórios para os gestores para facilitar os pagamentos aos estabelecimentos de saúde. Em nível federal, recebe uma base de dados mensal de todas as internações autorizadas, fornecendo informações sobre produção médica, complexidade, além de valores de Central Nacional de Regulação da Alta Complexidade (CNRAC), Fundo de Ações Estratégicas e Compensação (Faec) e hospitais universitários em diversos tipos de contratos de gestão. (Brasil, 2008).

Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológico (Sinitox): Coordena a coleta, análise e divulgação de casos de intoxicação e envenenamento notificados no Brasil por meio da Rede Nacional de Centros de Informação e Assistência Toxicológica (Renaciat). Os resultados são divulgados anualmente (Fundação Oswaldo Cruz, 2009).

Pesquisas populacionais (Inquéritos): Inquéritos nacionais de saúde fornecem dados sobre diversos aspectos da saúde e determinantes sociais. São úteis para estimar taxas de prevalência de doenças, comportamentos e outros fatores de risco. Podem ser conduzidos por entrevistas pessoais ou questionários autopreenchidos e são complementares às fontes de dados tradicionais (Brasil, 2025c).

Pesquisa Nacional de Saúde (PNS): Inquéritos populacionais de saúde são usados para avaliar a assistência médica do ponto de vista dos pacientes e obter informações sobre doenças e estilos de vida saudáveis. A Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) faz parte de um projeto do Ministério da Saúde e tem o objetivo de fornecer dados nacionais sobre a saúde e estilos de vida da população brasileira, bem como avaliar o sistema de saúde, incluindo acesso, uso de serviços, ações preventivas, continuidade dos cuidados e financiamento da assistência (Brasil, 2021).

Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (Vigitel): Faz parte das ações do Ministério da Saúde para monitorar a frequência e a distribuição de fatores de risco e proteção para doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) em todas as capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal. Entre essas doenças incluem-se: diabetes, obesidade, câncer, doenças respiratórias crônicas e cardiovasculares como hipertensão arterial, que têm grande impacto na qualidade de vida da população (Brasil, 2025c).

Pesquisa Nacional sobre Acesso, Utilização e Promoção do Uso Racional de Medicamentos (Pnaum): A pesquisa Pnaum – Serviços, realizada entre 2014 e 2015, tinha como foco analisar a organização dos serviços de assistência farmacêutica na Atenção Básica do Sistema Único de Saúde. Abrangeu 600 municípios, com entrevistas telefônicas com gestores e inquéritos

em 300 municípios, incluindo diferentes atores sociais. Essa pesquisa pioneira coletou indicadores nacionais e regionais sobre acesso a medicamentos, utilização e uso racional (Álvares et al., 2017).

Modelos de monitoramento e vigilância integrada (saúde humana, animal, vegetal e ambiental)

Os modelos de monitoramento e vigilância integrada no contexto da Saúde Única pressupõem uma abordagem abrangente que considera a saúde interconectada de humanos, animais, plantas e meio ambiente. Esses modelos são fundamentais para enfrentar desafios complexos de saúde, como resistência aos antimicrobianos (RAM), doenças zoonóticas e ameaças à saúde das plantas.

A integração dos sistemas de vigilância nesses domínios é essencial para o monitoramento e a resposta eficazes. Por exemplo, a vigilância integrada de RAM foi implementada nos setores humano, animal e ambiental, embora existam variações significativas no projeto e implementação desses sistemas em todo o mundo, destacando a necessidade de protocolos padronizados para gerar dados comparáveis (Hau et al., 2024). No Brasil, o Plano de Ação Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos no âmbito da Agropecuária (PAN-BR Agro) é um exemplo. Em saúde vegetal, uma agenda de pesquisa proativa enfatiza o uso de ferramentas de vigilância de amplo espectro e colaboração de vários atores para antecipar e mitigar o surgimento de doenças e pragas, reconhecendo os riscos interconectados à saúde humana, animal e ambiental (Soubeyrand et al., 2024), servindo o Sistema de Vigilância Agropecuária Internacional (Vigiagro), coordenado pelo Mapa, como exemplo nesse caso.

A Saúde Única ressalta ainda mais a importância da vigilância integrada para doenças infecciosas emergentes, que são predominantemente zoonóticas e influenciadas por mudanças ambientais, como mudanças climáticas e urbanização (Basheer et al., 2024). Nos Estados Unidos, estratégias integrativas para vigilância de doenças zoonóticas foram implementadas por meio de sistemas intersetoriais, como o Sistema Nacional de Vigilância de Doenças Notificáveis, que facilita o compartilhamento e a coordenação de dados entre os setores de saúde humana, animal e ambiental (Ojeyinka; Omaghomi, 2024). Além disso, a integração da abordagem exposta com a Saúde Única na América Latina oferece uma estrutura holística para monitorar os resultados de saúde, considerando exposições ambientais, vitalícias juntamente com a vigilância sanitária tradicional (Matus et al., 2024).

Apesar desses avanços, desafios tais como recursos limitados, sistemas de dados fragmentados e barreiras regulatórias persistem, exigindo maiores investimentos e desenvolvimento de políticas para apoiar os esforços integrados de vigilância (Ojeyinka; Omaghomi, 2024).

Em geral, os modelos de vigilância integrados para a Saúde Única são vitais para a detecção precoce, resposta rápida e controle efetivo das ameaças à saúde, promovendo soluções sustentáveis e colaborativas em todos os setores (Uga; Sapuppo, 2024; Hayman et al., 2023).

A vigilância integrada consiste na coleta, análise e disseminação de informações relacionadas a doenças, contaminantes ambientais e outros riscos, envolvendo setores como saúde pública, agricultura e meio ambiente. Esse modelo tem se mostrado fundamental para enfrentar desafios como:

- Zoonoses emergentes, incluindo a covid-19 e a influenza aviária.
- Resistência aos antimicrobianos (RAM), com impacto na eficácia de tratamentos médicos e veterinários.
- Mudanças climáticas e suas consequências para a saúde pública, como o aumento de doenças transmitidas por vetores.
- Segurança alimentar e contaminação ambiental, relacionadas ao uso de agrotóxicos e poluição da água.

A implementação de redes de vigilância transdisciplinares permite o monitoramento contínuo de fatores de risco e facilita respostas rápidas a surtos e desastres ambientais. Os principais componentes dos modelos de vigilância Integrada são:

Monitoramento epidemiológico: Análise de dados sobre doenças emergentes e distribuição geográfica.

Vigilância ambiental: Monitoramento da qualidade do ar, água e solo para detectar contaminantes e patógenos.

Vigilância veterinária: Detecção de enfermidades em animais domésticos e silvestres, reduzindo o risco de transmissão para humanos.

Sistemas de alerta precoce: Uso de inteligência artificial (IA) e *big data* para prever e mitigar surtos de doenças.

Plataformas de compartilhamento de dados: Integração de sistemas de informação para fortalecer a governança interinstitucional.

Uso de tecnologias e geoprocessamento para Saúde Única

O avanço das tecnologias digitais tem revolucionado a vigilância em Saúde Única, permitindo monitoramento em tempo real e tomada de decisões baseadas em evidências. Algumas das principais inovações incluem:

Geoprocessamento e sensoriamento remoto: O geoprocessamento e a tecnologia de sensoriamento remoto têm desempenhado um papel essencial no rastreamento de padrões de doenças e na identificação de áreas de risco. Essa abordagem permite: mapear surtos e vetores

de doenças, como dengue e febre amarela; monitorar mudanças ambientais que impactam a propagação de doenças, como o desmatamento e alterações climáticas; e analisar impactos da poluição e da qualidade da água sobre a saúde pública.

Big data e inteligência artificial: O uso de *big data* e inteligência artificial (IA) permite analisar grandes volumes de informações para prever padrões de disseminação de doenças. Seus benefícios incluem: identificação precoce de surtos por meio da análise de dados em tempo real e melhoria na distribuição de recursos de saúde, permitindo intervenções mais eficazes e monitoramento da resistência aos antimicrobianos, ajudando a regular o uso de antibióticos na pecuária e na medicina humana.

Internet das coisas e dispositivos inteligentes: A internet das coisas (IoT) tem possibilitado o desenvolvimento de sensores conectados para monitoramento ambiental e vigilância epidemiológica. Esses dispositivos podem medir a qualidade do ar e da água, os níveis de poluentes, a presença de patógenos em tempo real e as condições ambientais que favorecem surtos de doenças.

Blockchain para rastreabilidade e segurança de dados: A implementação de *blockchain* em sistemas de vigilância sanitária e agroalimentar pode garantir maior transparência e segurança na troca de informações entre instituições. Seus benefícios incluem: rastreabilidade de produtos agropecuários, garantindo a segurança alimentar; proteção contra fraudes e manipulação de dados epidemiológicos e interoperabilidade entre diferentes sistemas de informação, promovendo uma governança eficiente. Permite que as informações de todo o processo (origem, industrialização, logística, produção sustentável e conformidades ambientais e sociais, além de segurança do alimento) sejam organizadas digitalmente e estejam disponíveis em todos os elos da cadeia para consumidores e agentes de fiscalização e auditoria.

Nesse cenário, a Embrapa vem desenvolvendo plataformas como o Sistema de Análise Temporal da Vegetação (SATVeg), destinado ao acesso e visualização de perfis temporais dos índices vegetativos derivados de imagens de satélite, que expressam as variações da biomassa vegetal na superfície terrestre ao longo do tempo em qualquer local da América do Sul; e o WebGIS TerraClass, que oferece serviços geográficos pela internet, por meio da geração e disponibilização de gráficos para visualização de áreas consolidadas das classes de uso e cobertura da terra em diferentes recortes políticos e geográficos, tais como estadual, municipal e bacias hidrográficas.

A Embrapa também desenvolve e aplica soluções de rastreabilidade digital na agricultura, permitindo o acompanhamento de todas as etapas da cadeia produtiva, desde a origem até o consumidor final. Essa tecnologia organiza informações sobre produção, logística, sustentabilidade e conformidade socioambiental, assegurando transparência para consumidores e auditores. A rastreabilidade digital também contribui para garantir que produtos não venham de áreas desmatadas, reduzindo emissões de gases de efeito estufa. Entre as iniciativas da Embrapa destacam-se o Sistema Brasileiro de Agrorastreabilidade (Sibraar), que utiliza *blockchain*, e a API BovTrace, voltada para o monitoramento do trânsito de bovinos por meio da Plataforma AgroAPI (Bergier et al., 2024).

Uma das escolhas estratégicas da Embrapa em seu Plano Diretor 2024-2030 é “aplicar inteligência artificial (IA), incluindo *machine learning* e *deep learning*, na pesquisa agropecuária e florestal para acelerar a sistematização de informações sobre os biomas/territórios e cadeias produtivas e a identificação de novos riscos, prospecção de tendências, nichos de mercado” (Embrapa, 2024a). Assim, esse é um campo em que a empresa tem muito a contribuir. Como exemplo, em 2024 foi lançado o Netflora, ferramenta que apoia o manejo florestal de precisão na Amazônia, com inteligência artificial (Embrapa, 2025). Diversas outras ações de PD&I estão sendo desenvolvidas e novas tecnologias com IA serão disponibilizadas, com potencial para contribuir com a agenda da Saúde Única.

Outra iniciativa relevante em desenvolvimento na Embrapa, que evidencia a importância de ferramentas como o geoprocessamento na abordagem de Saúde Única, integra o plano “Recupera Rural RS”. Esse plano visa à recuperação produtiva e sustentável do Rio Grande do Sul após a grave crise desencadeada pelas enchentes de grande magnitude ocorridas no estado em 2024. Entre as ações previstas, destaca-se a disponibilização de informações qualificadas de inteligência territorial para apoiar a retomada das atividades agroprodutivas no contexto de eventos climáticos extremos (Embrapa, 2024b). Espera-se que esses dados subsidiem a identificação de áreas prioritárias para a recuperação agroprodutiva e socioeconômica, bem como orientem a análise de cenários para decisões mais assertivas e eficientes. Uma das análises já realizadas envolveu a avaliação do relevo e a identificação de áreas de risco geológico e regiões impactadas pela catástrofe climática, com o uso de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento (Hoff, 2025).

Um outro exemplo de tecnologia de alta relevância para a Saúde Única é o SISS-Geo. Desenvolvido pela Fiocruz, o SISS-Geo permite o monitoramento participativo da fauna silvestre, especialmente de espécies sentinelas, como primatas não humanos, potencialmente envolvidos na transmissão de zoonoses de importância para a saúde pública, como a febre amarela. A plataforma emprega algoritmos de *machine learning* para analisar e correlacionar registros georreferenciados de animais doentes ou mortos, dados ambientais e informações epidemiológicas, favorecendo a identificação precoce de possíveis surtos zoonóticos (Chaves et al., 2023). Essa capacidade preditiva, associada à visualização espacial dos riscos em tempo real, reforça o papel do geoprocessamento como ferramenta estratégica na vigilância integrada e na tomada de decisão para ações de controle e prevenção de doenças em consonância com os princípios da Saúde Única.



Foto: nungning20 (AdobeStock)

Governança e políticas públicas para Saúde Única

A construção de políticas públicas eficazes depende de marcos regulatórios sólidos, integração entre instituições científicas e incentivos para práticas sustentáveis. Essa seção organiza as diretrizes nacionais e internacionais, enfatizando o papel estratégico da Embrapa e de parceiros na formulação e implementação de políticas de Saúde Única.

A governança da Saúde Única depende da colaboração entre instituições governamentais, setor privado, academia e organizações não governamentais. A cooperação interdisciplinar e internacional fortalece o compartilhamento de recursos e conhecimentos, potencializando ações estratégicas para enfrentar desafios globais, como mudanças climáticas, resistência aos antimicrobianos e segurança alimentar. Esse modelo de governança visa consolidar um processo institucionalizado e contínuo, garantindo que a Saúde Única seja abordada de forma integrada e sustentável no Brasil e em nível global.

A implementação de modelos integrados de vigilância e o uso de tecnologias avançadas são fundamentais para enfrentar os desafios sanitários e ambientais contemporâneos. A Saúde Única exige uma abordagem coordenada, baseada em dados e suportada por inovação tecnológica para garantir a segurança sanitária global e a sustentabilidade dos ecossistemas.

Para a vigilância integrada ser eficaz, é essencial investir em governança intersetorial, garantindo que os setores de saúde humana, animal e ambiental atuem de maneira coordenada. Dentre as estratégias recomendadas podem ser incluídas:

- Criação de plataformas de dados compartilhados, facilitando a comunicação entre diferentes órgãos de saúde e meio ambiente.
- Capacitação contínua de profissionais, promovendo uma abordagem interdisciplinar na vigilância epidemiológica.
- Desenvolvimento de políticas públicas alinhadas ao conceito de Saúde Única, fortalecendo ações preventivas e mitigatórias.

Parcerias institucionais da Embrapa em Saúde Única: cenário atual e perspectivas

A Saúde Única cresce em relevância como norteador de parte da agenda estratégica da Embrapa, oportunizando que o tema seja inserido em parcela crescente de seus projetos de pesquisas e inovação. Embora temas associados à Saúde Única permeiam a programação institucional de PD&I desde longo tempo, como conceito e base para projetos, o tema passou a integrar o plano estratégico desde 2023. Portanto, é algo novo, que vem ganhando notoriedade e encontrando espaços relevantes na orientação de equipes de pesquisa, buscando entender como diferentes sistemas interconectam e como a saúde de um afeta os outros, visando soluções mais abrangentes e sustentáveis. Portanto, há uma evidente perspectiva a aplicação, pela Embrapa, da Saúde Única como guia para suas pesquisas, desenvolvendo tecnologias para promover a saúde em todos os níveis. É importante considerar que a Embrapa, em projetos desenvolvidos com grande número de parceiros, interage com outras instituições e ministérios, para fortalecer a Saúde Única em nível nacional e regional, e divulga os conceitos e práticas da Saúde Única para o público em geral, buscando ampliar a conscientização sobre a importância da integração entre saúde humana, animal, vegetal e ambiental. A seguir, estão citadas essas parcerias, atuais ou potenciais.

Fiocruz

Estabelecida em setembro de 2023, quando da colaboração da Embrapa como membro do Comitê Gestor da Rede Saúde Única da Fiocruz no Rio Grande do Sul e parceria com projetos desenvolvidos em diferentes biomas brasileiros. Em 2024 foi assinado um acordo de cooperação técnica entre Embrapa e Fiocruz para um Programa de Inovação Sustentável entre as duas instituições, incluindo a Saúde Única no escopo de plano de trabalho. Essa parceria já tem se materializado pela participação da Embrapa na Rede de Saúde Única do Rio Grande do Sul, Embrapa e a Plataforma Simbiose Trajetórias, envolvendo também o Instituto Nacional de

Pesquisas Espaciais (Inpe), bem como o Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da Universidade Federal do Pará (Naea/UFGPA). Esse trabalho desenvolveu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) multidimensional para municípios do estado do Pará, com interesse em fortalecer parcerias com a Embrapa na temática de Saúde Única.

Ministério da Saúde

A Embrapa participa do Comitê Técnico Interinstitucional de Uma Só Saúde, instituído por meio do Decreto nº 12.007, de 25 de abril de 2024. Com secretaria-executiva sendo exercida pela Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente do Ministério da Saúde, esse comitê tem dentre seus objetivos a elaboração e apoio a implementação do Plano de Ação Nacional de Uma Só Saúde, o qual irá apresentar ações e traçar diretrizes para a prevenção e controle de ameaças à saúde, com uma abordagem integrada que reconheça a conexão entre saúde humana, animal, vegetal e ambiental (Brasil, 2024d).

UFRJ (Instituto de Biofísica) e Embrapa Agroindústria de Alimentos

Projetos em colaboração entre a Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) de Portugal, a Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj), Pontifícia Universidade Católica (PUC) e Embrapa, contando também com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) para a qualidade e segurança do pescado nas áreas sujeitas ao derrame de óleo no Nordeste (Fogaça, 2023).

Rede de Pesquisa e Inovação em Sanidade da Pecuária Leiteira – InovaLeite

A rede InovaLeite 2023 visa aprimorar a qualidade e o desempenho da cadeia produtiva de laticínios por meio de projetos focados em doenças infecciosas de importância para a saúde animal e pública, com base na estratégia Saúde Única. A rede visa contribuir para o desenvolvimento de vacinas novas ou mais eficazes, investigar as relações parasita-hospedeiro, aprimorar as estratégias de diagnóstico e determinar os fatores epidemiológicos e de risco para essas doenças (Inovaleite, 2025). Os principais desafios de inovação contemplados na rede incluem o manejo sustentável do leite no contexto de Saúde Única, a melhoria da qualidade do leite, a redução do uso de antibióticos, a resistência genética a antimicrobianos e o aprimoramento do diagnóstico e do manejo eficaz de doenças e patógenos nas cadeias produtivas de laticínios. A rede visa promover a garantia da qualidade sanitária dos produtos lácteos, promovendo o ambiente para a expansão do mercado consumidor. As principais barreiras à comercialização de laticínios são questões sanitárias, principalmente devido à situação endêmica de

brucelose e tuberculose bovina em alguns estados, particularmente em bovinos leiteiros, que representam um risco à saúde dos consumidores. A expansão das exportações de laticínios é dificultada pelas barreiras sanitárias impostas pelos países importadores, devido à situação epidemiológica da brucelose e tuberculose bovina no País.

Plano de Ação Nacional para Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos no âmbito da Agropecuária (PAN-BR Agro)

A perspectiva de Saúde Única amplia o espectro de responsabilidades do produtor de proteína animal, indo além da mitigação dos riscos diretos ao consumidor, para incluir a dimensão ambiental e comunitária. É nesse cenário que está posta a discussão do papel da agropecuária na seleção e disseminação de bactérias resistentes aos antimicrobianos (RAM), que podem atingir o homem pela via alimentar e pela exposição ambiental. Segundo a FAO (2023b) e (WHO, 2023) os problemas relacionados com a resistência aos antimicrobianos estão inerentemente relacionados ao uso de antimicrobianos em qualquer ambiente, humano e não humano. Há estimativas de que a perda de eficácia dos antimicrobianos aumente os gastos com saúde pública e privada em 6% nos países desenvolvidos, 15% nos países em desenvolvimento, e 25% nos países subdesenvolvidos (Drug-Resistant [..], 2017).

Como resultado de um esforço tripartite, da OMS, OMSA e FAO, em 2022 foi publicado o documento intitulado *Foodborne Antimicrobial Resistance Compendium of Codex Standards* (FAO, 2023b). Essas diretrizes baseadas em ciência orientam os países-membros a manejar coerentemente a resistência antimicrobiana ao longo da cadeia de produção de alimentos. Um guia estabelece práticas para redução da necessidade do uso de antimicrobianos, e o outro propõe uma estratégia de vigilância tanto do uso quanto da resistência aos antimicrobianos.

As recomendações para o controle da resistência antimicrobiana no Código Sanitário para Animais Terrestres da OMSA iniciaram em 2009 e a versão atual possui cinco subcapítulos abordando o tema. Além de um capítulo sobre uso prudente de antimicrobianos na medicina veterinária, os demais propõem critérios para desenvolvimento de programas nacionais de vigilância e monitoramento da resistência antimicrobiana, monitoramento do padrão e quantidade de uso de antimicrobianos em animais de produção, finalizando com a análise de risco para o aumento da resistência antimicrobiana a partir do uso de antimicrobianos em animais (World Organisation for Animal Health, 2023).

O Brasil, seguindo as orientações dos organismos internacionais (OMS, OMSA e FAO), tem desenvolvido uma série de ações oficiais, brevemente descritas a seguir. Em 2017, a Secretaria de Defesa Agropecuária (Mapa), por meio da Instrução Normativa (IN) nº 41 instituiu o Programa Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos na Agropecuária (Agroprevine). Esse programa visa o fortalecimento das ações para prevenção e controle da resistência aos antimicrobianos na agropecuária, considerando o conceito de Saúde Única. Como desdobramento do programa Agroprevine, em 2018 foi lançado o PAN-BR AGRO (Bra-

sil, 2023a) e incorporado ao Plano de Ação Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos no Âmbito da Saúde Única (Brasil, 2019b). O PAN-BR Agro possui cinco objetivos estratégicos que contemplam ações de comunicação, educação, ciência, vigilância, redução da incidência de infecções, otimização do uso de antimicrobianos e aumento de investimentos estratégicos para enfrentamento do problema. Os objetivos estratégicos estão estratificados em objetivos principais, em que estão incorporados aqueles referentes ao setor agropecuário com suas intervenções estratégicas e atividades.

A primeira etapa do PAN-BR Agro compreendeu o período de 2018 a 2022 (Brasil, 2019a). Entre as ações, destacam-se oficinas com diferentes focos desde a identificação de prioridades de pesquisa, elaboração de protocolos de uso racional de antimicrobianos e as diretrizes para o aumento da supervisão veterinária, publicidade e uso extrabula desses agentes em animais, campanhas, tradução de materiais de referência e organização de eventos que trouxeram luz sobre a temática. A Comissão sobre Prevenção da Resistência aos Antimicrobianos em Animais (CPRA) levou o tema para mais de uma centena de eventos, como consta no relatório (Brasil, 2023a).

Destacam-se os seguintes programas implementados:

O Programa de Vigilância e Monitoramento da Resistência aos Antimicrobianos no Âmbito da Agropecuária. Esse programa foi dividido em duas fases, a primeira (2019–2020) iniciou com avicultura de corte e suinocultura e na segunda foi acrescentada a bovinocultura de corte (2021–2022), para as quais foram definidos pontos de monitoramento e selecionados os microrganismos a serem pesquisados. O monitoramento em suínos iniciou com *Salmonella* sp. em superfície de carcaça, e na segunda fase houve inclusão de *Escherichia coli* em superfície de carcaça e conteúdo cecal.

O Agromonitora, criado em 2021, é fruto do reconhecimento que o uso de antimicrobianos é o fator mais importante de seleção de populações bacterianas resistentes e consequente disseminação de determinantes genéticos de resistência no ambiente de produção animal. Consiste num serviço de coleta de informações de venda de antimicrobianos de uso veterinário das empresas detentoras dos registros. Para tanto, existe um formulário digital disponível (Brasil, 2023a). Os dados são utilizados para compor o monitoramento do uso de antimicrobianos em animais, conforme previsto no PAN-BR Agro.

O fortalecimento da parceria internacional foi obtido pelos projetos Trabalhando Juntos para Combater a Resistência aos Antimicrobianos, uma ação da Organização Pan-Americana da Saúde financiado pela União Europeia, cujo objetivo é ajudar sete países latino-americanos (Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Paraguai, Peru e Uruguai) a executar os Planos de Ação Nacionais. A primeira ação na esfera desse projeto foi a publicação de livros sobre uso racional de antimicrobianos para cães e gatos, e *hermanamiento/twinning* em resistência antimicrobiana, em parceria com o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) e o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA). Essa publicação trata de assistência técnica em análise e interpretação de dados de resistência a antimicrobianos.

A primeira etapa do PAN-BR Agro foi estruturante, com intensa atividade de divulgação e engajamento no tema e implementação dos programas de monitoramento da resistência e de uso de antimicrobianos. As perspectivas no curto e médio prazo (2023 a 2027) estão definidas na segunda etapa do PAN-BR Agro (Brasil, 2023a), além de darem sequência nas ações anteriores, atividades de fortalecimento da vigilância e monitoramento da resistência antimicrobiana, uso e qualidade dos antimicrobianos, incluindo a atualização de atos normativos relacionados a supervisão veterinária estão previstas. Em relação ao setor produtivo, está prevista a promoção de um programa de pactuação voluntária para redução do uso de antimicrobianos. Também está finalmente planejada a elaboração de argumentos econômicos e a busca de projetos para financiamento das ações do PAN-BR Agro, incluindo a estrutura de pesquisa e monitoramento da resistência aos antimicrobianos, alcançando o gerenciamento de resíduos na produção agropecuária.

International Commission of Agriculture and Biosystems Engineering (CIGR)

A *International Commission of Agriculture and Biosystems Engineering* ou Comissão Internacional de Agricultura e Engenharia de Biosistemas (2023) é uma organização mundial que congrega as Sociedades de Engenharia Agrícola e de Biosistemas de diferentes países, além de outros membros e entidades. A CIGR foi fundada na Europa em 1930, abrangendo diversos países, tendo se expandido grandemente e se tornado uma organização global a partir de 1989.

A organização apresenta os seguintes objetivos:

- Estimular o desenvolvimento da ciência e da tecnologia na área da engenharia agrícola.
- Incentivar a educação, a formação e a mobilidade dos jovens profissionais.
- Incentivar a mobilidade inter-regional.
- Facilitar o intercâmbio de resultados de pesquisa e tecnologia.
- Representar a profissão ao nível mundial.
- Trabalhar para a criação de novas associações, tanto nacionalmente como regionalmente, e para o fortalecimento das existentes.
- Para realizar qualquer outra atividade que contribua para o desenvolvimento da engenharia agrícola e ciências afins.

A governança é exercida por uma assembleia-geral, comitê-executivo, auditores, secretaria-geral e presidência. A organização técnica está associada ao desempenho das seções técnicas, incluindo solo e água, estrutura e meio ambiente, produção vegetal, energia na agricultura, gestão de biosistemas, bioprocessos e tecnologia da informação. A Embrapa vem mantendo atuação relevante na CIGR, com atuação na coordenação da Sessão de Bioprocessos, que abrange engenharia e tecnologia pós-colheita e de processamento agroalimentar, para assegurar alimentos com segurança e qualidade.

Além das seções técnicas, as ações transversais estão a cargo dos grupos de trabalho, que incluem, entre outros: análise por imagem, logística, segurança de alimentos, desenvolvimento rural, inteligência artificial e ciência de dados, alimentos funcionais e nutrição. Também nos grupos de trabalho a Embrapa tem atuado, particularmente na Coordenação do Grupo de Trabalho em Segurança de Alimentos.

A CIGR organiza eventos mundiais, destacando-se o congresso mundial e a conferência internacional, realizados alternadamente a cada dois anos, com sessões organizadas pelas seções técnicas e grupos de trabalho, além dos eventos específicos das seções e grupos de trabalho comumente organizados. Também publica uma revista abrangendo as diferentes temáticas e vertentes de atuação da organização.

A parceria com a CIGR pode propiciar a articulação e estabelecimento de ações relacionadas à segurança de alimentos e a Saúde Única, compreendendo uma visão internacional sistêmica e integrada em diferentes vertentes de atuação da Embrapa.

Global Harmonization Initiative (GHI)

A Iniciativa de Harmonização Global ou *Global Harmonization Initiative* (GHI) é uma rede internacional sem fins lucrativos composta por cientistas e organizações científicas que atuam em conjunto para promover a harmonização das regulamentações e legislações globais sobre segurança de alimentos. (Global Harmonization Initiative, 2023). Objetiva envolver e capacitar cientistas e especialistas em alimentos da indústria, governo e academia para expressar o consenso científico e fazer recomendações sobre leis e regulamentos de segurança de alimentos, em todo o mundo.

O objetivo é fornecer orientação baseada em fatos para harmonizar regulamentações e políticas conflitantes para:

- Eliminar barreiras comerciais que se disfarçam de proteções de segurança de alimentos.
- Reduzir o descarte desnecessário de alimentos seguros dentro e através das fronteiras internacionais
- Promover o uso de tecnologias inovadoras de segurança de alimentos em todo o mundo.
- Diminuir o potencial de doenças transmitidas por alimentos e surtos pandêmicos.

A GHI compreende grupos de trabalho tais como: percepção do consumidor, segurança química de alimentos, treinamento e educação em segurança de alimentos, ética nas práticas de segurança de alimentos, legislação e regulamentação de alimentos, microbiologia de alimentos, rede global para alerta de incidências e ocorrências, tecnologia de conservação de alimentos, entre outros. Possui representantes em cerca de 69 países, incluindo o Brasil, com participação da Embrapa.

A GHI abrange ações e iniciativas, como realização de eventos científicos (incluindo o congresso mundial), elaboração de webinars, publicação de livros, artigos, newsletters, documentos e relatórios.

Dados, evidências e conhecimento: o papel da Embrapa na agenda de Saúde Única

A abordagem de Saúde Única emerge como resposta à crescente complexidade dos desafios sanitários globais, exigindo a integração de saberes e práticas que permeiam os campos da saúde humana, animal, vegetal e ambiental. No Brasil, a Embrapa ocupa posição estratégica para transformar dados em evidências e conhecimento aplicado, consolidando-se como protagonista na implementação dessa agenda sistêmica e multidisciplinar, visto atuar em sistemas agroalimentares em todos os biomas e em contextos sociais diversificados.

Todavia, o conceito de Saúde Única não se limita a um programa, mas representa uma agenda sistêmica que requer a articulação de diferentes setores e disciplinas. De fato, a capacidade descritiva e preditiva dos sistemas, a detecção e identificação precoce de problemas, o emprego estratégico de ativos bióticos e abióticos, a resposta rápida e a vigilância constante e sistêmica, temas abordados multidimensionalmente nesta publicação constituem capacidades primordiais na implementação de uma agenda de Saúde Única no Brasil fortemente orientada por PD&I.

A atuação da Embrapa inclui:

- Desenvolvimento de tecnologias adaptadas a diferentes biomas e realidades socioeconômicas.
- Capacitação de profissionais e comunidades para o manejo sustentável dos recursos naturais.
- Apoio à formulação de políticas públicas inclusivas, que garantam equidade no acesso a recursos, diagnósticos, tratamentos e educação em saúde.

A Embrapa, com mais de cinco décadas de atuação, sempre esteve inserida nessa lógica, operando na interface entre agropecuária e bem-estar ambiental, econômico e social. Sua atuação é marcada por uma produção científica robusta, com mais de 2 mil pesquisadores distribuídos em 43 unidades e mais de 600 laboratórios, desenvolvendo pesquisas inovadoras para a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

A agenda de Saúde Única demanda sistemas capazes de coletar, analisar e transformar grandes volumes de dados em evidências qualificadas para subsidiar políticas públicas e práticas produtivas sustentáveis. Nesse contexto, a Embrapa destaca-se por sua capacidade de:

Gerar dados analíticos em larga escala: Utilizando laboratórios avançados, campos experimentais e plataformas digitais, a Embrapa coleta dados sobre saúde animal, vegetal, qualidade ambiental, segurança alimentar e impactos socioeconômicos.

Transformar dados em evidências científicas: Por meio de análises laboratoriais, modelagem computacional, geoprocessamento e inteligência artificial, os dados são convertidos em evidências que fundamentam a avaliação de riscos, o monitoramento de ameaças e a proposição de soluções tecnológicas.

Produzir conhecimento aplicado: O conhecimento gerado é pragmatizado em produtos, processos, tecnologias e serviços que apoiam políticas públicas, educação, capacitação e extensão rural, fortalecendo a resiliência dos sistemas agropecuários e ambientais.

Essa atuação pode ser ilustrada pelos mapas conceituais apresentados na Figura 7. Esses mapas permitem visualizar os perigos e riscos associados que atuam como potenciais perturbadores do equilíbrio dinâmico inerente à Saúde Única (Figura 7A), e, de forma complementar, as soluções de conhecimento e tecnologias que podem minimizar ou mitigar os efeitos das ameaças citadas (Figura 7B). Tais soluções podem ser entregues na forma de ativos tecnológicos e pré-tecnológicos, serviços, métodos, metodologias, estudos prospectivos, estudos investigativos, protocolos, técnicas, entre outras opções (Desafios [...], 2024).

A operacionalização da Saúde Única requer uma governança informacional robusta, capaz de integrar dados de diferentes fontes, promover o compartilhamento responsável de informações e garantir a interoperabilidade entre sistemas. Nesse sentido, a Embrapa entende como necessária a proposição de um modelo de governança que inclui:

- Comitê interdisciplinar de governança informacional, reunindo representantes de múltiplas áreas e instituições.

- Padronização e mapeamento dinâmico dos dados, com uso de metadados para garantir consistência e acessibilidade.

- Plataformas digitais para coleta, análise e comunicação de riscos, facilitando o acesso público e a transparência.

- Diretrizes éticas para pesquisa, compartilhamento de dados e responsabilidade social, considerando o impacto das atividades no meio ambiente e na saúde pública.

Esse modelo permite que a Embrapa atue como *hub* de conhecimento, articulando redes colaborativas nacionais e internacionais e promovendo a integração entre pesquisa, desenvolvimento, inovação e políticas públicas.

A implementação da Saúde Única no Brasil enfrenta limitações estruturais, como desigualdades regionais, acesso precário a serviços de saúde e impactos ambientais sobre populações vulneráveis. A Embrapa reconhece a importância da justiça socioambiental e da participação social como princípios fundamentais, desenvolvendo projetos que consideram as especificidades regionais e promovem a inclusão de comunidades tradicionais, indígenas e rurais nos processos de decisão e nas estratégias de prevenção e mitigação de riscos.

O futuro da Saúde Única depende da consolidação de uma visão sistêmica, multidisciplinar e colaborativa. A Embrapa, ao alinhar sua agenda de pesquisa, desenvolvimento e inovação aos

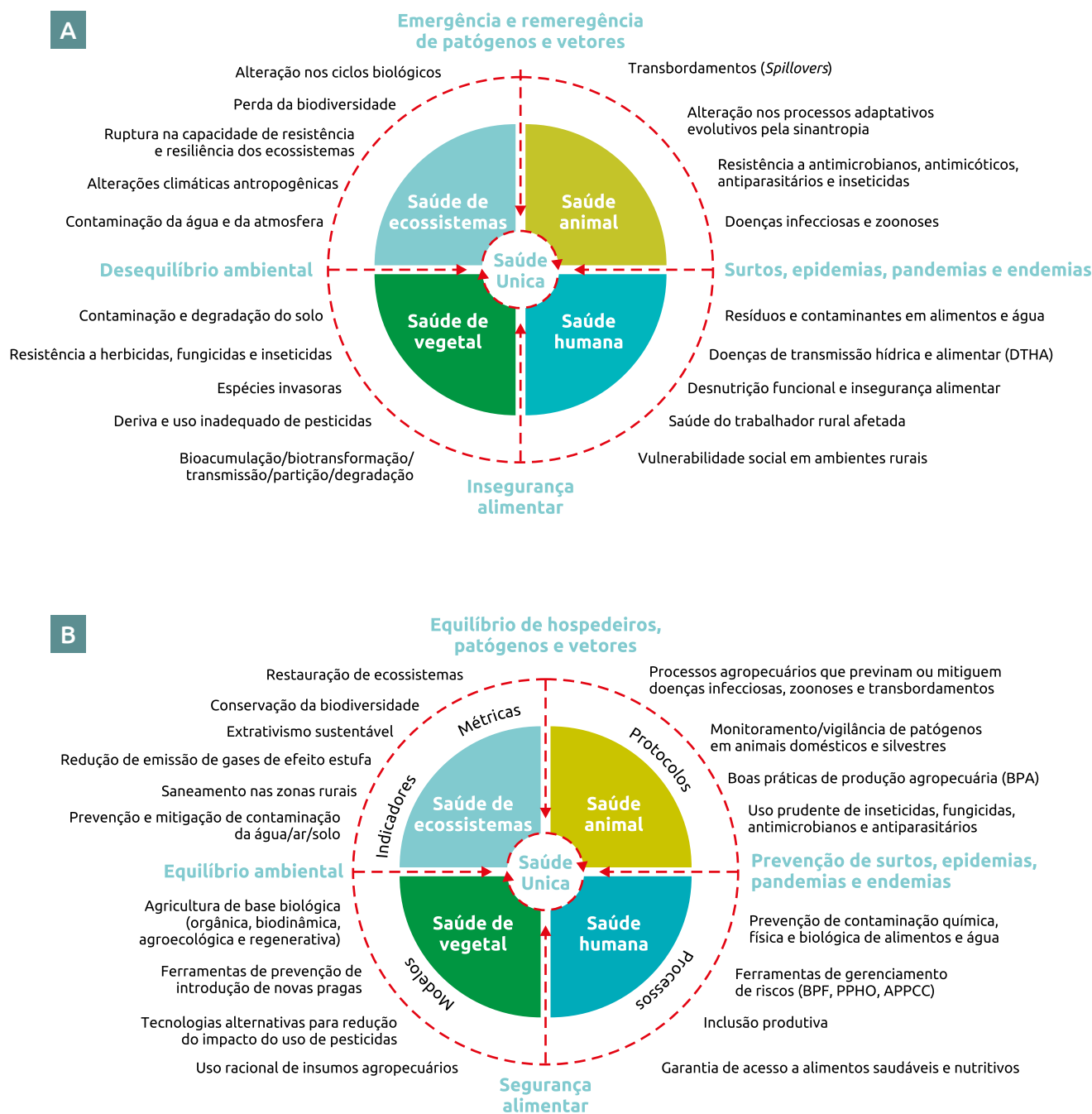


Figura 7. Perigos e riscos associados que afetam o equilíbrio dinâmico promotor da Saúde Única (A). Soluções que visam proporcionar o equilíbrio dinâmico promotor da Saúde Única (B).

Fonte: Adaptado de Desafios [...] (2024).

princípios da Saúde Única, fortalece a capacidade do Brasil de antecipar, prevenir e responder a ameaças sanitárias emergentes, promovendo a sustentabilidade dos sistemas produtivos e a saúde das populações humanas, animais e ambientais.

Entre os desafios, destacam-se:

- Necessidade de investimentos contínuos em ciência, tecnologia e formação de recursos humanos transdisciplinares.
- Ampliação da infraestrutura laboratorial e de sistemas digitais para monitoramento e análise de dados em tempo real.
- Fortalecimento de parcerias com instituições de saúde, órgãos governamentais, terceiro setor e setor produtivo.
- Desenvolvimento de políticas públicas integradas, baseadas em evidências e orientadas para a equidade e sustentabilidade.

Enfim, a Embrapa consolida-se como um ator relevante na agenda de Saúde Única no Brasil ao transformar dados em evidências e conhecimento aplicado, articulando ciência, tecnologia e inovação para enfrentar desafios sanitários complexos. Seu papel vai além da geração de soluções tecnológicas, envolvendo a promoção de justiça socioambiental, a capacitação de atores sociais e a construção de políticas públicas integradas, essenciais para garantir a saúde e o bem-estar de todos os seres vivos e do planeta.



Foto: Moacir Haverroth (Enbrapa)

Justiça socioambiental e participação social na Saúde Única

A justiça socioambiental e a participação social são pilares essenciais para a Saúde Única, promovendo uma abordagem mais equitativa e participativa na gestão da saúde pública. A justiça socioambiental reconhece que as desigualdades sociais impactam a saúde e o meio ambiente, enquanto a participação social assegura que as políticas de saúde sejam construídas e implementadas com a participação ativa da sociedade, garantindo que as necessidades e demandas locais sejam atendidas.

As desigualdades sociais e o acesso desigual à saúde afetam diretamente a efetividade das estratégias de Saúde Única. A implementação dessa abordagem deve considerar a justiça socioambiental e a participação social como princípios fundamentais, uma vez que a interdependência entre saúde humana, animal, vegetal e ambiental requer políticas inclusivas que garantam equidade no acesso a recursos e serviços essenciais. Desafios estruturais, como a falta de ações preventivas com foco em saúde, a concentração dos serviços de saúde em centros urbanos, o acesso precário à vigilância epidemiológica e os impactos ambientais sobre populações vulneráveis, dificultam a plena implementação da Saúde Única.

Por outro lado, o conhecimento empírico de populações indígenas e tradicionais em manejo de recursos e conservação ambiental é um recurso valioso para a criação de políticas públicas na Saúde Única. É essencial integrar esses conhecimentos à pesquisa científica para criar soluções resilientes, ajustadas às circunstâncias locais e dedicadas à saúde do meio ambiente e das comunidades. A contribuição ativa das comunidades locais na preservação do meio ambiente é, portanto, um alicerce para a Saúde Única.

Desigualdades socioambientais e barreiras à Saúde Única

As desigualdades regionais no Brasil refletem-se diretamente na capacidade de prevenção e resposta a zoonoses. Estados com maior cobertura vegetal, como aqueles na Amazônia, apresentam alto risco de surgimento de doenças, devido à elevada biodiversidade (*hotspot*), perda de habitat e baixa infraestrutura de saúde (Winck et al., 2022). Enquanto isso, regiões com maior conectividade urbana e acesso a serviços de saúde, como o Sul e Sudeste, possuem menor vulnerabilidade. Essas disparidades evidenciam a necessidade de políticas públicas que equilibrem desenvolvimento socioeconômico e conservação ambiental, garantindo que populações remotas tenham acesso a diagnósticos, tratamentos e educação em saúde.

Eventos climáticos extremos, como secas e enchentes, afetam de forma desproporcional as comunidades mais pobres, comprometendo sua segurança alimentar, hídrica e sanitária. O desmatamento e a degradação de ecossistemas naturais também impactam diretamente a saúde dessas populações, aumentando a exposição a doenças emergentes e reduzindo a disponibilidade de recursos naturais essenciais para sua subsistência.

Nesse contexto, comunidades vulneráveis, incluindo povos indígenas, comunidades tradicionais e populações periféricas, enfrentam desafios significativos no acesso a serviços de saúde pública e ambientalmente sustentáveis. Além disso, a flexibilização de leis ambientais e o avanço de atividades como mineração e desmatamento em terras indígenas aumentam o contato entre humanos e animais silvestres, elevando o risco de transbordamento de patógenos (Winck et al., 2022). A falta de investimento em vigilância epidemiológica nessas áreas agrava o cenário, deixando comunidades locais mais expostas a surtos de doenças negligenciadas. Além disso, políticas públicas muitas vezes não contemplam as especificidades dessas populações, dificultando sua integração na agenda da Saúde Única.

Papel de populações tradicionais na conservação ambiental e na vigilância epidemiológica

A participação ativa de comunidades locais na conservação ambiental é central para a Saúde Única. A degradação de biomas como a Amazônia e o Pantanal não só ameaça a biodiversidade, mas

também desestabiliza ecossistemas, facilitando a propagação de patógenos (Winck et al., 2022). Iniciativas comunitárias de reflorestamento, monitoramento de espécies-chave e denúncia de atividades ilegais são exemplos de como a ação local pode contribuir para a saúde global.

As comunidades indígenas e tradicionais desempenham papel central no contexto da vigilância sanitária e conservação ambiental. Seu saber empírico sobre manejo de recursos e preservação ambiental representa um ativo valioso para a formulação de políticas públicas em Saúde Única. Esses conhecimentos oferecem alternativas sustentáveis à produção agrícola intensiva, muitas vezes baseada em agrotóxicos e práticas que desconsideram o equilíbrio entre produção e conservação ambiental. Incorporar esses saberes à pesquisa científica é fundamental para desenvolver soluções resilientes, adaptadas às realidades locais e comprometidas com a saúde do meio ambiente e das populações.

Assim, a promoção da saúde humana deve estar intrinsecamente ligada à conservação ambiental e à justiça social. Segundo Winck et al. (2022), a justiça socioambiental só pode ser efetivada mediante participação social ativa e intersectorialidade. Além disso, os autores reforçam que o desafio é promover políticas que apoiem abordagens preditivas e ações preventivas integrando o monitoramento humano e da vida silvestre, o que exige articulação entre Estado, sociedade civil e comunidades locais.

O conhecimento indígena sobre o manejo ambiental está profundamente entrelaçado a práticas espirituais, cosmológicas e éticas de convivência com outros seres vivos. Como salientam Correia e Souza (2023), “os povos indígenas vivem em ecorrelações conhecidas por eles há muito, sem que sua preocupação se dirigisse à conservação, preservação ou sustentabilidade em senso estrito”. Trata-se de práticas integradas à cosmovisão, nas quais a conservação ocorre como consequência da relação simbiótica com o meio, não como uma imposição externa ou uma política pública formalizada. Por outro lado, esses autores evidenciam a apropriação crítica, pelos povos indígenas, de conhecimentos não indígenas, inclusive científicos, como estratégia para assegurar a permanência e a vitalidade de seus territórios: “Os povos indígenas se apropriaram e vêm se apropriando de conhecimentos dos não indígenas e o fizeram e fazem para assegurar que o território permaneça existindo como o lugar que lhes proporciona plenas condições de vida”.

Esse intercâmbio de saberes é fundamental para pensar ações integradas de vigilância epidemiológica, nas quais práticas tradicionais podem complementar sistemas científicos, especialmente no monitoramento de zoonoses, mudanças nos ciclos biológicos de espécies e na manutenção de ecossistemas saudáveis.

Segundo Winck et al. (2022), embora apenas povos tradicionais tenham permissão legal para caçar, o consumo de carne de caça é cultural e difundido em todas as regiões do Brasil, o que destaca a importância de políticas específicas voltadas à segurança alimentar e sanitária

As comunidades indígenas e tradicionais desempenham papel central no contexto da vigilância sanitária e conservação ambiental

desses grupos. Os autores também afirmam que a inclusão dessas comunidades deve considerar programas educativos de saúde pública em escalas menores (individuais, familiares e comunitárias), para informar sobre os riscos do contato humano-fauna e como evitá-los (Winck et al., 2022). Além disso, a integração de saberes tradicionais com a ciência moderna pode fortalecer sistemas de alerta precoce para doenças emergentes.

As comunidades locais são parte essencial da prevenção de zoonoses por meio da conservação ambiental. Conforme estudo de Winck et al. (2022), a substituição de habitats naturais por plantações de *commodities* e urbanização desordenada representa processos críticos que afetam negativamente o bem-estar social e aumentam o comércio de carne de caça. Portanto, os autores defendem a adoção de cadeias produtivas sustentáveis, que promovam simultaneamente a conservação da biodiversidade e a inclusão social, dentro de políticas ambientais alinhadas ao paradigma da Saúde Única.

A busca de estratégias para conservação da biodiversidade em espaços protegidos com comunidades tradicionais é alvo da pesquisa interdisciplinar, com necessidade de integração de saberes, técnicas e métodos que permitam elevar o grau de conhecimento das comunidades quanto à sua própria importância, bem como fazer com que os técnicos possam ser munidos de ferramentas para melhor abordar esse tema e levar o que for necessário para esse serviço essencial para a Saúde Única.

Participação social e processos de tomada de decisão em Saúde Única

A participação social é um elemento essencial para a construção de políticas públicas eficazes e sustentáveis no contexto da Saúde Única. A inclusão de diferentes atores da sociedade civil no processo decisório garante maior representatividade e equidade na formulação e implementação de ações estratégicas. Isso está previsto na Teoria da Mudança da OHHLEP.

Organizações da sociedade civil desempenham um papel crucial na defesa de direitos socioambientais, mobilizando esforços para a construção de políticas inclusivas. Redes de colaboração, como coletivos de pesquisadores, ambientalistas e profissionais da saúde, fortalecem a implementação de ações de Saúde Única por meio da disseminação de informações e do monitoramento de impactos sociais e ambientais.

A criação de conselhos participativos e fóruns de discussão é também essencial para garantir que a população tenha voz ativa na construção de políticas de Saúde Única. Mecanismos de participação, como audiências públicas e consultas populares, contribuem para o desenvolvimento de estratégias mais democráticas e eficazes.

Para promover a justiça socioambiental e ampliar a participação social na Saúde Única, são necessárias estratégias intersetoriais que integrem diferentes esferas do governo e da sociedade civil. Algumas diretrizes essenciais incluem:

- Descentralização dos serviços de saúde, garantindo que populações rurais e periféricas tenham acesso a atendimento médico qualificado.
- Programas de incentivo à agroecologia e à produção sustentável, reduzindo a dependência de insumos químicos e promovendo segurança alimentar.
- Monitoramento de impactos socioambientais, com indicadores que avaliem a relação entre desigualdade social e vulnerabilidade ambiental.
- Educação ambiental e formação cidadã, fortalecendo a conscientização sobre a importância da Saúde Única e estimulando o engajamento da sociedade.

A justiça socioambiental e a participação social são elementos essenciais para a efetivação da Saúde Única. A superação das desigualdades e a valorização dos conhecimentos tradicionais exigem políticas públicas integradas, baseadas em governança participativa e inclusão social. A ampliação do acesso a serviços essenciais e o fortalecimento de redes de colaboração são passos fundamentais para garantir um modelo sustentável e equitativo de Saúde Única no Brasil e no mundo.

De uma forma mais detalhada, sabe-se que as desigualdades em muitos casos começam nos lares, nas questões etárias e de gênero. Sobre as questões de gênero, conforme a FAO¹, também signatária do Acordo Quadripartite em Saúde Única, existe um forte e claro vínculo entre gênero e Saúde Única (FAO, 2025). A tomada de decisão das mulheres desde a criação dos filhos menores mostra claramente a importância desse olhar durante a trajetória do ser humano, desde a mais tenra idade, em todas as fases do desenvolvimento que poderão marcar a adoção de hábitos, crenças, conhecimento e respeito pelas suas origens. Esse papel estratégico na criação do ser humano contrasta com a submissão recorrente, em parte da sociedade que ainda vislumbra a mulher como ser submisso, a ser dominado e comandado pelo gênero masculino. Nesse momento, surgem as fronteiras dos desvios de caminho em relação a práticas saudáveis de outrora que passam a ser esquecidas, absorvidas na obediência feminina por vezes sem voz ou chances de opinar sobre aspectos relevantes da conduta alimentar ou práticas do cotidiano.

Uma análise das relações de gênero e a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável indica que existem relações bastante evidentes entre gênero (ODS 5) e saúde (ODS 3) destacando-se metas para saúde e bem-estar, sendo gênero como determinante social da saúde; gênero como impulsionador de comportamentos de saúde; e a resposta de gênero dos sistemas de saúde (Cataldo et al., 2023; 2024).

¹ <https://www.fao.org/one-health/areas-of-work/gender-and-one-health/en>.



Foto: Bits and splits (AdobeStock)

Desafios e oportunidades na agenda de Saúde Única

A abordagem da Saúde Única enfrenta desafios significativos decorrentes da interdependência entre humanos, animais e o meio ambiente. Entre os desafios centrais, destacam-se os conflitos epistemológicos sobre a concepção da saúde como equilíbrio ecológico, as dificuldades na implementação de políticas públicas transversais e a necessidade de fortalecer redes interinstitucionais para a pesquisa e a inovação.

Os desafios conceituais e práticos da implementação de Saúde Única exigem a abordagem de conflitos epistemológicos, impactos socioeconômicos e caminhos para um futuro sustentável por meio da discussão da necessidade de inovação e adaptação contínua diante das transformações globais.

Conflitos conceituais e terminológicos

A compreensão e a apreensão coletiva de qualquer conhecimento científico passam pelas suas formas de representação, as quais dependem do foco dirigido pela percepção humana sobre contextos situacionais da realidade. A Teoria do Conceito (Dahlberg, 1996) oferece um

caminho metodológico para essa construção. Enfatiza a importância de definir e estruturar os conceitos a partir de suas características essenciais, garantindo que o termo escolhido seja uma representação direta e inequívoca do conceito. Assim, evita-se o risco de adotar termos oportunistas que possam desviar do significado pretendido ou introduzir ambiguidades indesejadas.

O conceito de Saúde Única, uma das traduções para o idioma português do termo *One Health*, tem suas raízes na década de 1960, quando o ecologista James Steele e o veterinário Calvin W. Schwabe começaram a promover a ideia de que saúde animal, humana e ambiental estão ligadas, e que abordagens integradas são necessárias para lidar com ameaças à saúde pública, como doenças zoonóticas (doenças que podem ser transmitidas de animais para humanos) e questões de segurança alimentar (Schwabe, 1964; Steel, 1976). Assim, o conceito emergiu como uma abordagem inovadora e integradora, que reconhece a interdependência entre a saúde humana, animal, vegetal e ambiental, propondo uma visão holística e sistêmica.

No entanto, ao buscar implementar, executar e monitorar iniciativas de pesquisa, desenvolvimento e inovação, sob essa perspectiva, é essencial definir termos que capturem de forma precisa e eficaz a complexidade contextual desse conceito, garantindo sua aplicabilidade tanto em contextos acadêmicos, como em contextos de transferência de conhecimento como, por exemplo, nos processos de inovação ou apoio a políticas públicas, ou mesmo em contextos educacionais.

A Saúde Única deve ser compreendida não somente como uma integração das diversas áreas da saúde, mas também como o reconhecimento de que a saúde, em qualquer nível de organização da vida, é um estado de existência que depende de um delicado equilíbrio entre os fenômenos e mecanismos naturais. Ao mesmo tempo, é necessário considerar a contínua intervenção humana na natureza, motivada pela sua necessidade idiossincrática de sobreviver e satisfazer suas constantes e crescentes demandas. Esse equilíbrio entre a preservação dos processos naturais e as transformações ambientais geradas pelo homem é crucial para a manutenção do bem-estar e da saúde em uma escala global e se vincula fundamentalmente ao conceito atual de Saúde Única.

Em um nível conceitual mais fundamental, Saúde Única é uma nova tentativa de resgatar e reiterar a lógica natural, ou seja, o tão evocado e antigo conceito de “equilíbrio ecológico”, contextualizando a vida saudável para quem e para além do foco antropocêntrico, ao mesmo tempo que identifica e estabelece suas relações com nossa atual necessidade de reconciliação e pactuação com o mundo natural (físico, químico e biológico) para se garantir a condição de seres vivos, incluindo os seres humanos. Epistemologicamente, corresponde a mais uma tentativa de repactuar o acervo do conhecimento científico das ciências naturais, com a realidade constatada do desequilíbrio originado pela ação humana no planeta, hoje em dia do ponto de vista da saúde, cada vez mais claramente manifestada além dos limites físicos ou geográficos, fortemente afetando processos mentais e emocionais e, na sequência, processos socioeconômicos, desde o nível individual ao nível global.

Diante desse desafio, propõe-se oferecer subsídios para avaliar se o termo “Saúde Única” é o mais adequado para representar o conceito no contexto da agropecuária brasileira, uma vez reconhecido o papel fundamental desse setor de atividades humanas (produção de alimentos e energia, por exemplo) e sua interface com o ambiente natural. Além disso, essa discussão explora como o termo pode ser aplicado eficazmente em contextos que visem promover a saúde sustentável e integrada, assegurando que a relação entre saúde e meio ambiente seja considerada em todas as esferas de ação.

Ao desenvolver um modelo conceitual robusto e preciso, é crucial partir da identificação clara do conceito central que se deseja expressar, evitando escolhas que possam ser influenciadas por termos preexistentes ou por interpretações ambíguas e equivocadas. A abordagem linguística onomasiológica é a mais adequada nesse contexto, pois prioriza a escolha de um termo que represente fielmente o conceito em todas as suas nuances, em vez de simplesmente adaptar termos já existentes e, potencialmente, inadequados. A Teoria do Conceito de Dahlberg oferece um caminho metodológico para essa escolha, enfatizando a importância de definir e estruturar os conceitos a partir de suas características essenciais, garantindo que o termo escolhido seja uma representação direta e inequívoca do conceito.

Essa abordagem permite que o termo desenvolvido seja funcional e aplicável em contextos específicos, eliminando incertezas que poderiam surgir do uso de terminologias pré-concebidas, que não abarquem adequadamente o conceito em questão. Ao construir um modelo conceitual dessa maneira, assegura-se que as definições sejam precisas e que o termo utilizado reflita fielmente o entendimento pretendido, contribuindo para a clareza e a eficácia na gestão da informação, na comunicação e na implementação de políticas e práticas associadas.

Etimologicamente, a palavra “saúde” vem do latim *salus, salutis*, que significa “bem-estar”, “salvação”, “inteireza”, ou “estado de estar inteiro”. Em sua origem, a ideia de saúde está ligada à noção de integridade física e mental, sendo vista como um estado de equilíbrio ou harmonia no corpo e na mente. Com o tempo, o conceito de saúde expandiu-se para incluir dimensões sociais e ambientais, refletindo a compreensão de que a saúde não é apenas a ausência de doença, mas também um estado de completo bem-estar físico, mental e social. Então, várias acepções de “saúde” podem ser identificadas, como, por exemplo: saúde física, que se refere ao funcionamento adequado do corpo, à ausência de doenças e ao equilíbrio dos sistemas biológicos; saúde mental: que se relaciona ao estado psicológico, incluindo o bem-estar emocional e a capacidade de lidar com o estresse; saúde social: que envolve o bem-estar em relação à comunidade e ao ambiente, incluindo relações sociais saudáveis e um ambiente de vida seguro; ou saúde holística: a qual é uma visão integrada que considera a saúde como a combinação e o equilíbrio de fatores físicos, mentais, sociais e ambientais. A análise etimológica e semântica do conceito e do termo “saúde”, em diferentes idiomas, revela uma convergência em torno da ideia de integridade, bem-estar e equilíbrio. Independentemente das variações culturais e linguísticas, o conceito de saúde é universalmente reconhecido como um estado desejável de existência, envolvendo a ausência de doença e a presença de condições que permitam o pleno funcionamento e o bem-estar dos seres vivos em seus ambientes.

O uso desses termos em diferentes culturas e línguas também destaca como a saúde é percebida não somente como um estado físico, mas também como um estado social, mental e, em alguns casos, espiritual. A escolha do termo adequado para denotar esse conceito precisa considerar essas nuances, para garantir que o conceito seja compreendido e valorizado em todo o seu alcance e profundidade, no contexto agropecuário, tanto em nível nacional quanto internacional.

Inglês (anglo-saxônica): *health* – derivado do inglês antigo *hæalth*, que está relacionado à palavra *whole* (inteiro) e denota um estado de completude e bem-estar.

Alemão (germânica): *gesundheit* – vem de *gesund* (são, saudável) e *-heit* (estado ou condição), implicando a condição de estar saudável.

Holandês (germânica): *gezondheid* – similar ao alemão, deriva de *gezond* (saudável) e *-heid* (estado), significando saúde ou bem-estar.

Árabe: *صحة* (*sihha*): a palavra tem raízes no conceito de retidão ou correção, implicando um estado correto ou adequado de ser, ou seja, saudável.

Mandarim: 健康 (*jiànkāng*) – Composto por *jiàn* (forte, robusto) e *kāng* (paz, tranquilidade), reflete um estado de força física e bem-estar.

Sânscrito: *स्वास्थ्य* (*svasthya*) – deriva de *sva* (si mesmo) e *stha* (ficar, estar), significando literalmente “estar em si mesmo”, ou seja, estar em um estado natural de equilíbrio e bem-estar.

Francês (românica): *santé* – derivada do latim *sanitas*, que compartilha a mesma raiz de *salus*, referindo-se à saúde ou bem-estar.

Italiano (românica): *salute* – também derivada do latim *salus*, com o mesmo significado de bem-estar ou integridade.

Espanhol (românica): *salud* – semelhante ao italiano, com origem em *salus* e significando saúde ou bem-estar.

Japonês: 健康 (*kenko*) – assim como no mandarim, é composto por caracteres que significam robustez física e tranquilidade.

Adicionalmente, faz-se necessário agregar o entendimento do adjetivo “única” no termo em idioma português, equivalendo a “one” (de *One Health*) no idioma inglês. Essa palavra, em suas diferentes acepções e equivalências idiomáticas, sempre carrega a ideia de unidade, singularidade, totalidade ou exclusividade, referindo-se a algo que é sem igual, sem paralelo, ou que existe em um estado de exclusividade. No contexto da expressão “Saúde Única”, a escolha da palavra “única” é estratégica para destacar a inseparabilidade das dimensões da saúde. As saúdes humana, animal e ambiental são vistas como partes de um todo integrado e interdependente, refletindo uma visão holística e sistêmica da saúde.

Ao se comparar o uso contextual dos termos Saúde Única ou Uma Só Saúde (tradução para o português de *One Health*) identificam-se as seguintes considerações conceituais fundamentais:

1) Convergências:

Ambos os termos, *One Health* e “Saúde Única”, convergem na ideia de unidade e interconexão entre diferentes dimensões da saúde — humana, animal e ambiental. Ambos os termos reforçam a visão de que a saúde é uma entidade indivisível, em que a saúde de um componente (humano, animal ou ambiental) está intimamente ligada à saúde dos outros.

A palavra “one” em *One Health* e “única” em “Saúde Única” compartilham a ideia de singularidade e totalidade, destacando a necessidade de uma abordagem integrada e holística para enfrentar os desafios de saúde global.

2) Divergências:

Linguística e cultural: A palavra “one” em inglês carrega uma conotação de unidade simples, enquanto “única” em português traz um sentido mais forte de exclusividade e excepcionalidade. Embora ambos os termos impliquem uma abordagem integrada, “única” em português pode ser percebido com ênfase maior na exclusividade do conceito, como algo que não pode ser replicado ou separado.

Uso contextual: “*One Health*” é uma expressão que tem sido amplamente adotada no campo internacional, associada a uma iniciativa global. Já “Saúde Única”, embora tenha uma tradução próxima, pode ser interpretada com uma nuance ligeiramente diferente, em razão do contexto linguístico e cultural do português, no qual “única” pode sugerir um conceito mais centrado na exclusividade e indivisibilidade, em vez de simplesmente unificar diferentes aspectos de saúde.

Interpretação: Em inglês, “*One Health*” tende a enfatizar mais a interconexão e a união dos diferentes fatores de saúde, enquanto “Saúde Única” pode ser lida como um estado de saúde que é indivisível, algo único que não se fragmenta, alinhando-se com uma visão mais holística e sistêmica.

A escolha de um termo em língua portuguesa que equilibre a prolixidade da língua com a síntese do idioma inglês pode ser desafiadora, especialmente quando consideramos a diversidade de contextos acadêmicos e populares. Ao traduzir *One Health*, que é sintético e direto, para o português, é importante manter a clareza e o impacto do conceito, enquanto se respeitam as características linguísticas e culturais do idioma.

A tradução de *One Health* para “Uma Só Saúde” no português busca capturar a essência do conceito original em inglês, que enfatiza a integração e a interdependência entre a saúde humana, animal e ambiental. A escolha de “Uma Só Saúde” reflete essa visão unificada e holística, sugerindo que a saúde é um fenômeno único e interligado, em vez de ser tratada como compartimentos separados. “One” em inglês é uma palavra que transmite unicidade e unidade de propósito. Ao optar por “Uma Só Saúde” em português, a tradução tenta manter essa ideia de singularidade e de uma abordagem integrada. A palavra “só” reforça a noção de exclusividade e indivisibilidade, ressaltando que a saúde deve ser vista como um todo coerente, em que todos os elementos (humanos, animais, plantas e ecossistemas) estão conectados e dependem uns dos outros para um estado de bem-estar sustentável. Essa tradução também tem a

vantagem de ser facilmente compreensível no contexto lusófono, carregando uma clareza e uma força retórica que facilitam a adoção do termo tanto em contextos acadêmicos quanto em políticas públicas e práticas de saúde. Portanto, “Uma Só Saúde” não apenas traduz o conceito de *One Health*, mas também reforça a ideia central de que a saúde é um estado integrado e único, essencial para a sustentabilidade global.

Vários outros termos podem ainda ser identificados e relacionados ao conceito (saúde integrada; saúde unificada; saúde global; saúde integral; saúde interconectada, entre vários outros). No entanto, em no que se refere à linguagem natural, para além da sintática, cada um deles apresenta prós ou contras como recursos de representação do conhecimento que se referem às noções de integridade, unicidade, integração, interdependência, etc., oriundas dos contextos semânticos envolvidos, incluindo-se significados mais científicos ou mais populares; ou, ainda, questões de pragmática como simplicidade e clareza: “Saúde Única” pode sugerir um conceito complexo a ser empregado em discursos científicos, enquanto termos como “saúde integral” ou “saúde global” poderiam soar mais intuitivos e fáceis de entender, mesmo que não capturem e embarquem as nuances do conceito acadêmico.

A escolha entre “Saúde Única” ou “Uma Só Saúde” ou quaisquer outras alternativas terminológicas dependem de como se deseja comunicar o conceito e o impacto que se deseja causar. Pode depender do público-alvo e do contexto de uso. *One Health* é uma expressão estabelecida e amplamente reconhecida no contexto internacional, enquanto “Saúde Única” pode ressoar melhor com audiências de língua portuguesa, enfatizando a exclusividade e a indivisibilidade da saúde.

A Embrapa pode considerar usar “Saúde Única” para reforçar a ideia de que a saúde é um conceito integrado e indivisível, alinhando-se à terminologia global, mas adaptada às nuances culturais e linguísticas do português. “Saúde Única” é uma tradução mais direta e sintética, capturando a ideia de exclusividade e singularidade no conceito de saúde. Esse termo pode ser mais apropriado em contextos acadêmicos e técnicos, onde a precisão e a concisão são valorizadas. Além disso, “Saúde Única” é uma expressão que ressoa com a terminologia já existente em português, sendo facilmente adaptável em documentos, políticas públicas e discussões científicas. “Uma Só Saúde”, por outro lado, enfatiza mais fortemente a ideia de unidade e integração, alinhando-se com o conceito de “*One Health*” como uma abordagem holística e interdependente. Este termo pode ser mais eficaz em campanhas de conscientização e comunicação com o público.

Para a Embrapa, a adoção de um termo que capture essa noção de singularidade e interconexão entre os diferentes componentes do ecossistema pode reforçar a compreensão de que a saúde não é fragmentada, mas sim uma realidade integral que envolve todos os seres vivos e o ambiente em que vivem. A escolha desse termo, além de precisar ser semanticamente precisa, deve também ressoar culturalmente e cientificamente em contextos globais, para garantir que o conceito seja bem compreendido e aplicado em diferentes cenários.

Dado o contexto de uso na Embrapa e o objetivo de engajar tanto a comunidade científica quanto o público e formuladores de políticas, “Saúde Única” pode ser a escolha mais estraté-

gica, uma vez que equilibra bem a necessidade de clareza e acessibilidade, ao mesmo tempo que mantém uma conexão forte com o termo original em inglês.

A complexidade e a transdisciplinaridade são propriedades fundamentais do conceito de Saúde Única, sendo que não apenas refletem a interconectividade entre diferentes domínios do conhecimento, mas também exigem uma abordagem inovadora na organização, interpretação e aplicação do saber. A ressignificação e recombinação do conhecimento acumulado nos quatro componentes do conceito — saúde humana, saúde animal, saúde vegetal e saúde ambiental — permitem a construção de uma nova matriz de entendimento que transcende a compartimentalização tradicional da ciência.

A reorganização do conhecimento sob a ótica da Saúde Única revela novas relações conceituais, também proporciona uma estrutura heurística capaz de evidenciar padrões, correlações e inferências antes obscurecidas pelos paradigmas disciplinares convencionais. Essa abordagem ampliada favorece uma maior aplicabilidade do conhecimento, permitindo que ele seja alinhado com os desafios e oportunidades emergentes na saúde global, especialmente em um contexto de mudanças ambientais, evolução das doenças zoonóticas, transformações nos sistemas agroalimentares e inovação em políticas públicas.

Ao transcender a dicotomia entre os saberes científicos e empíricos, a Saúde Única possibilita uma visão mais integrada e sistêmica das interações entre organismos vivos e seus ecossistemas. Dessa forma, torna-se não apenas um conceito técnico e operacional, mas um paradigma orientador para o desenvolvimento de estratégias preventivas, soluções sustentáveis e modelos resilientes de governança em saúde.

A complexidade da saúde como equilíbrio ecológico

As últimas duas décadas testemunharam uma intensificação sem precedentes de eventos de desequilíbrio ecológico que evidenciam as interconexões entre a saúde humana, animal, vegetal e ambiental. Essa análise revela como o conceito de Saúde Única tem se tornado cada vez mais relevante para compreender e enfrentar desafios globais complexos. A crescente frequência de eventos zoonóticos, alterações climáticas e degradação ambiental demonstra que a saúde planetária exige uma abordagem integrada e transdisciplinar. Os eventos aqui documentados revelam padrões preocupantes de desequilíbrio sistêmico, com destaque para a covid-19 como o maior exemplo recente da interconexão entre desequilíbrios ecológicos e saúde global. No Brasil, os desafios são particularmente intensos, com a degradação de biomas estratégicos como a Amazônia e o Cerrado impactando diretamente a emergência e propagação de doenças, exigindo políticas públicas integradas que considerem as múltiplas dimensões da saúde. A Figura 8 apresenta uma linha do tempo citando zoonoses emergentes nas últimas duas décadas, sendo que duas delas se tornaram pandemias (Influenza suína em 2009 e covid-19 em 2019).

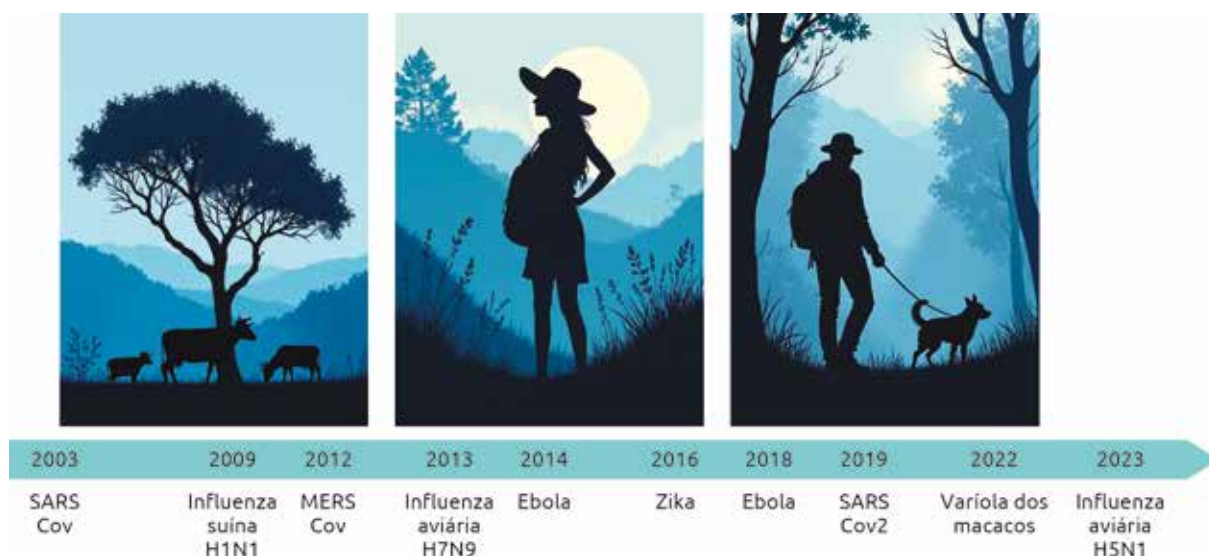


Figura 8. Linha do tempo em zoonoses emergentes nas últimas duas décadas.

Fonte: OHHLEP e CDC.

Fundamentos do conceito de Saúde Única (2010–2012)

O período entre 2010 e 2012 marcou a consolidação do conceito de Saúde Única, uma abordagem que reconhece formalmente as interconexões entre saúde humana, animal, vegetal e ambiental. Esse conceito emergiu como resposta à crescente conscientização sobre como as doenças zoonóticas representam aproximadamente 60% das doenças infecciosas conhecidas em humanos e 75% das doenças emergentes identificadas nas últimas décadas. Durante esse período, organizações como a Organização Mundial da Saúde (OMS), a Organização Mundial De Saúde Animal (OMSA) e a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) formalizaram sua colaboração, reconhecendo que os desafios sanitários contemporâneos exigem abordagens transdisciplinares.

Na dimensão epistemológica, esse período foi caracterizado pela quebra de silos disciplinares tradicionais, com veterinários, médicos, ecologistas e especialistas em saúde pública desenvolvendo estruturas conceituais compartilhadas e metodologias integradas. A dimensão ontológica refletiu uma profunda mudança na compreensão da realidade dos sistemas de saúde, reconhecendo que esses não existem isoladamente, mas sim como sistemas adaptativos complexos onde perturbações em um componente inevitavelmente afetam os demais. Do ponto de vista axiológico, o paradigma da Saúde Única representou uma transformação nos valores fundamentais das ciências da saúde, priorizando a prevenção sobre o tratamento e destacando a necessidade de sustentabilidade e equidade nos sistemas de saúde globais.

A herança da pandemia de H1N1 (2009–2010)

A pandemia influenza H1N1 que infectou humanos em 2009 foi uma grande preocupação da saúde pública nos últimos anos, alertando que medicina humana e veterinária devem estar em sintonia, tendo sido um importante catalisador para o fortalecimento da abordagem de Saúde Única. Apesar da influenza em suínos ser conhecida por longo tempo e ser considerada endêmica em muitos países, esse vírus influenza H1N1, originalmente denominado “gripe suína”, demonstrou claramente as interfaces críticas entre sistemas de produção animal, saúde humana e comércio global, sendo que a ocorrência e emergência de novos subtipos desafiou o seu controle e diagnóstico. O pH1N1 era um vírus novo, com segmentos gênicos originários de vírus de influenza humano, suíno e aviário de diferentes continentes. Apesar de não ser um risco de segurança de alimentos, por não estar presente na carne in natura, é um vírus zoonótico e infeccioso para humanos e várias espécies animais, sendo que em suínos pode causar sinais clínicos típicos de influenza. A pandemia infectou entre 700 milhões e 1,4 bilhão de pessoas em todo o mundo, resultando em aproximadamente 150.000 a 575.000 mortes.

Epistemologicamente, a pandemia de H1N1 revelou limitações significativas nos sistemas de vigilância de doenças e na capacidade de detectar precocemente patógenos emergentes na interface humano-animal. Ontologicamente, confirmou a natureza dinâmica e emergente das doenças infecciosas, demonstrando como patógenos podem rapidamente adaptar-se a novos hospedeiros e contextos ecológicos. Na dimensão axiológica, a resposta à pandemia expôs desigualdades profundas no acesso a recursos de saúde, com países de alta renda garantindo acesso prioritário a vacinas e tratamentos, enquanto nações de baixa e média renda enfrentavam desafios substanciais para proteger suas populações.

Eventos zoonóticos e mudanças ambientais (2013–2016)

Ainda sob a preocupação da pandemia da H1N1 em 2009 e as incertezas decorrentes dela, entre 2013 e 2016, diversos eventos zoonóticos como os surtos de Ebola na África Ocidental, MERS no Oriente Médio e Zika vírus nas Américas chamaram a atenção global para os vínculos entre a saúde humana, animal e ambiental. Esses episódios ocorreram em um contexto de intensas mudanças ambientais, incluindo desmatamento, urbanização acelerada e alterações no uso da terra, que contribuíram para a emergência e disseminação de patógenos zoonóticos.

Surto de Ebola na África Ocidental (2014–2016)

O surto de Ebola na África Ocidental entre 2014 e 2016 representou a maior epidemia dessa doença já registrada, afetando principalmente Guiné, Libéria e Serra Leoa. Com mais de 28.600 casos e 11.325 mortes, essa crise sanitária demonstrou as consequências devastadoras que surgem, quando zoonoses ultrapassam barreiras ecológicas e atingem populações humanas vulneráveis.

Pesquisas posteriores vincularam a origem desse surto a mudanças no uso da terra, especificamente o desmatamento acelerado que intensificou o contato entre humanos e os morcegos frugívoros, reservatórios naturais do vírus.

Na dimensão epistemológica, a crise do Ebola revelou graves deficiências na capacidade global de responder rapidamente a emergências sanitárias em regiões com infraestrutura limitada, impulsionando subsequentemente o desenvolvimento de novos protocolos de resposta internacional e sistemas aprimorados de vigilância epidemiológica. Ontologicamente, o surto ilustrou como fatores socioeconômicos e culturais, incluindo práticas funerárias tradicionais e desconfiança em autoridades sanitárias, podem influenciar profundamente a dinâmica de transmissão de doenças. Do ponto de vista axiológico, a resposta internacional tardia levantou questões fundamentais sobre equidade global em saúde e a tendência de negligenciar crises sanitárias até que representem ameaças para nações desenvolvidas.

As soluções implementadas incluíram o fortalecimento dos sistemas de vigilância epidemiológica em toda a África, o desenvolvimento de vacinas contra o Ebola (aprovada pela primeira vez em 2019) e o estabelecimento de mecanismos de resposta rápida pela OMS. Politicamente, essa crise catalisou a criação do Fundo de Contingência para Emergências da OMS e contribuiu para a revisão do Regulamento Sanitário Internacional, embora persistam desafios significativos na implementação global desses mecanismos.

Acordo de Paris sobre mudanças climáticas (2015)

A adoção do Acordo de Paris em dezembro de 2015 representou um marco histórico no reconhecimento das mudanças climáticas como uma ameaça à saúde global, estabelecendo o objetivo de limitar o aquecimento global a bem menos de 2 °C acima dos níveis pré-industriais, com esforços para limitar o aumento a 1,5 °C. Esse acordo global surgiu em um contexto de crescente evidência sobre os impactos das alterações climáticas na saúde, incluindo o aumento de doenças transmitidas por vetores, insegurança alimentar e hídrica, e eventos climáticos extremos.

Epistemologicamente, o acordo representa a culminação de décadas de pesquisa científica interdisciplinar, integrando modelagem climática, epidemiologia, economia e ciências sociais para compreender os complexos impactos das mudanças climáticas na saúde global.

Ontologicamente, reconheceu oficialmente a realidade das mudanças climáticas antropogênicas e sua natureza como um “multiplicador de ameaças” que exacerba vulnerabilidades existentes nos sistemas de saúde. Na dimensão axiológica, o acordo introduziu o princípio das “responsabilidades comuns, porém diferenciadas”, reconhecendo que as nações têm diferentes capacidades e responsabilidades históricas no enfrentamento da crise climática.

A implementação do Acordo de Paris tem enfrentado desafios políticos significativos, incluindo a retirada dos Estados Unidos (posteriormente revertida) e o financiamento insuficiente para países em desenvolvimento implementarem medidas de adaptação e mitigação.

Cientificamente, relatórios subsequentes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) têm alertado que os compromissos nacionais atuais são insuficientes para atingir as metas de temperatura estabelecidas, com implicações graves para a saúde global.

Surto de Zika no Brasil e nas Américas (2015–2016)

O surto de Zika vírus que atingiu o Brasil e posteriormente se espalhou pelas Américas em 2015-2016 representou um caso paradigmático de como mudanças ambientais e fatores sociais convergem para criar crises sanitárias complexas. O Brasil reportou mais de 200.000 casos suspeitos de Zika e mais de 3.500 casos confirmados de microcefalia associada à infecção materna pelo vírus. Essa emergência sanitária foi potencializada por condições urbanas inadequadas, mudanças climáticas que favoreceram a proliferação do mosquito *Aedes aegypti* e desigualdades socioeconômicas marcantes.

No plano epistemológico, a crise do Zika mobilizou um esforço científico multidisciplinar sem precedentes, integrando virologia, entomologia, neurologia, epidemiologia e ciências sociais para compreender a patogênese da doença e seus impactos. Ontologicamente, o surto revelou como fatores climáticos, urbanização desordenada e sistemas de saúde frágeis interagem de maneira sinérgica para criar condições propícias à emergência de arboviroses. Na dimensão axiológica, a crise expôs desigualdades profundas no acesso a serviços de saúde reprodutiva e aos cuidados necessários para crianças com síndrome congênita do Zika, afetando desproporcionalmente famílias de baixa renda.

As respostas incluíram intensificação do controle vetorial, desenvolvimento de testes diagnósticos, pesquisas para vacinas e programas de apoio às famílias afetadas, embora muitas dessas tenham enfrentado desafios de sustentabilidade após o declínio da atenção internacional. Politicamente, a crise do Zika resultou na declaração de Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional pela OMS e estimulou o desenvolvimento de estruturas de coordenação regionais, como a Rede de Vigilância, Alerta e Resposta a Emergências nas Américas.

Intensificação da crise climática e resistência aos antimicrobianos (2016–2019)

O período de 2016 a 2019 foi marcado por uma intensificação sem precedentes de eventos climáticos extremos vinculados às mudanças climáticas, incluindo secas prolongadas, inundações catastróficas, ondas de calor letais e tempestades de intensidade crescente. Esses eventos não somente causaram mortalidade direta, mas também impactaram profundamente a saúde pública por efeitos cascata nos sistemas alimentares, recursos hídricos e propagação de doenças. Particularmente notáveis foram as ondas de calor na Europa (2018 e 2019), que resultaram em milhares de mortes prematuras, e os intensos incêndios florestais na Austrália, Califórnia e Sibéria, que degradaram a qualidade do ar em vastas regiões.

Na dimensão epistemológica, esses eventos aceleraram o desenvolvimento da “ciência da atribuição”, permitindo aos cientistas quantificar com maior precisão como as mudanças climáticas antropogênicas aumentam a probabilidade e intensidade de eventos extremos específicos. Ontologicamente, esses fenômenos evidenciaram como os sistemas atmosféricos, oceânicos e terrestres estão intrinsecamente interconectados em um sistema climático global perturbado, com efeitos que ultrapassam fronteiras nacionais e setoriais. Axiologicamente, os impactos desproporcionais desses eventos em populações vulneráveis intensificaram o discurso sobre justiça climática e a responsabilidade ética de proteger aqueles que menos contribuíram para o problema, mas sofrem suas consequências mais severas.

As respostas incluíram o desenvolvimento de sistemas de alerta precoce para eventos extremos, planos de adaptação climática em centros urbanos (como telhados verdes e expansão de áreas arborizadas) e a integração crescente de considerações climáticas no planejamento de saúde pública. No entanto, o financiamento para adaptação climática permaneceu muito abaixo das necessidades estimadas, particularmente em nações de baixa e média renda.

Crise global de resistência aos antimicrobianos

A resistência aos antimicrobianos (RAM) emergiu como uma crise de saúde global crescente entre 2016 e 2019, com estimativas indicando que infecções resistentes a antibióticos tenham causado aproximadamente 700.000 mortes anuais nesse período, com projeções sugerindo que esse número poderia atingir 10 milhões por ano até 2050 na ausência de ações decisivas. Essa crise exemplifica perfeitamente a abordagem de Saúde Única, pois o uso excessivo de antimicrobianos na pecuária, aquicultura e agricultura contribui significativamente para o desenvolvimento de resistência que afeta a saúde humana.

Epistemologicamente, a crise da RAM impulsionou o desenvolvimento de sistemas integrados de vigilância que monitoram simultaneamente padrões de resistência em ambientes humanos, animais e ambientais, reconhecendo que genes de resistência circulam por entre tais compartimentos interconectados. Ontologicamente, a RAM demonstra como processos evolutivos naturais (seleção de bactérias resistentes) são acelerados por pressões antropogênicas, criando uma emergência sanitária complexa, que transcende categorias tradicionais de doenças. Na dimensão axiológica, a crise levanta questões fundamentais sobre o equilíbrio entre benefícios imediatos do uso de antimicrobianos (produtividade agrícola, tratamento de infecções) e custos futuros da perda de eficácia desses medicamentos essenciais.

As iniciativas de resposta incluíram o Plano de Ação Global sobre Resistência aos Antimicrobianos, lançado pela OMS em colaboração com a FAO e a OMSA, que promove o uso prudente de antimicrobianos em saúde humana e animal, o desenvolvimento de novos antibióticos e métodos de diagnóstico rápido, e o fortalecimento da vigilância global. Apesar desses esforços, a implementação de políticas efetivas permanece desigual globalmente, com particular deficiência em sistemas regulatórios para o uso de antibióticos na agricultura em muitos países de baixa e média renda.

A pandemia de covid-19: culminação de desequilíbrios ecológicos (2019-2023)

A pandemia de covid-19, causada pelo vírus SARS-CoV-2, representa o exemplo mais profundo e impactante da interconexão entre saúde humana, animal e ambiental nos últimos 15 anos.

Origem e propagação global

O primeiro relato da covid-19 causada pelo SARS-CoV-2 ocorreu na cidade de Wuhan, China, em dezembro de 2019, quando a doença emergiu e rapidamente se espalhou globalmente, resultando em mais de 760 milhões de casos confirmados e mais de 6,9 milhões de mortes oficialmente registradas até o início de 2023, com estimativas reais potencialmente muito maiores. Evidências científicas apontam para uma origem zoonótica do vírus, provavelmente envolvendo morcegos como reservatórios naturais, com possível transmissão direta para humanos ou via um hospedeiro intermediário.

Na dimensão epistemológica, a covid-19 expôs limitações críticas nos sistemas globais de vigilância epidemiológica e na capacidade de detectar precocemente patógenos emergentes com potencial pandêmico. A pandemia também catalisou uma revolução na velocidade de desenvolvimento científico, com sequenciamento genômico, modelagem epidemiológica e desenvolvimento de vacinas ocorrendo em escalas temporais sem precedentes.

Ontologicamente, a pandemia revelou a extrema vulnerabilidade de sociedades globalizadas e interconectadas a patógenos respiratórios altamente transmissíveis, demonstrando como cadeias de suprimentos globais, sistemas de saúde e estruturas sociais são interdependentes e frágeis diante de perturbações sistêmicas. Na dimensão axiológica, a crise expôs e exacerbou profundas desigualdades sociais e econômicas, tanto nas nações quanto entre elas, levantando questões fundamentais sobre justiça distributiva no acesso a vacinas, equipamentos médicos e capacidade de implementar medidas de saúde pública.

Impactos ecológicos da pandemia

A pandemia de covid-19 gerou impactos ecológicos complexos e por vezes contraditórios. No curto prazo, *lockdowns* globais e redução de atividades econômicas resultaram em diminuições temporárias nas emissões de gases de efeito estufa e poluição atmosférica, com melhorias visíveis na qualidade do ar em centros urbanos e redução de perturbações em alguns ecossistemas. Contudo, a pandemia também resultou em retrocessos ambientais significativos, incluindo aumento do desmatamento em regiões tropicais devido à redução de fiscalização, aumento dramático no uso de plásticos descartáveis (particularmente equipamentos de proteção pessoal) e interrupção de programas de conservação, pelo redirecionamento de recursos para resposta à emergência sanitária.

Epistemologicamente, a pandemia suscitou novos campos de pesquisa interdisciplinar, incluindo estudos sobre a interface entre degradação ambiental e risco de *spillover* zoonótico, e análise de como medidas de distanciamento social afetam dinâmicas ecológicas urbanas.

Ontologicamente, a crise enfatizou a indivisibilidade entre sistemas humanos e naturais, demonstrando como a saúde ecossistêmica está intrinsecamente vinculada à resiliência social diante de crises sanitárias. No plano axiológico, as respostas à pandemia levantaram debates intensos sobre o equilíbrio entre valores econômicos, direitos individuais e proteção da saúde coletiva, além de questionar paradigmas de desenvolvimento baseados em crescimento econômico contínuo às custas da degradação ambiental.

Respostas e transformações em saúde global

As respostas globais à covid-19 resultaram em transformações profundas nos sistemas de saúde e na governança sanitária internacional. Entre as principais inovações destaca-se o desenvolvimento de vacinas baseadas em mRNA (ácido ribonucleico mensageiro) em tempo recorde, a expansão massiva de capacidades de testagem e sequenciamento genômico, e a adoção acelerada de telemedicina e outras tecnologias digitais em saúde. Igualmente significativa foi a criação do Acelerador de Acesso a Ferramentas contra a covid-19 (ACT-Accelerator) e seu braço de vacinas COVAX (Acesso Global às Vacinas da covid-19 liderado pela OMS e parceiros), representando uma tentativa sem precedentes de garantir acesso equitativo global a contramedidas médicas.

Na dimensão epistemológica, a pandemia promoveu uma valorização sem precedentes do papel da ciência na formulação de políticas públicas, embora também tenha revelado como fatores políticos frequentemente sobrepujam evidências científicas em contextos polarizados.

Ontologicamente, a crise resultou em um reconhecimento crescente da natureza transfronteiriça das ameaças à saúde e da necessidade de abordagens que transcendam soberanias nacionais.

Axiologicamente, a pandemia intensificou tensões globais entre valores nacionalistas (exemplificados por “nacionalismo de vacinas” e fechamento de fronteiras) e solidariedade internacional, com consequências duradouras para a arquitetura de saúde global.

Politicamente, a resposta à covid-19 catalisou negociações para um tratado pandêmico internacional e revisões do Regulamento Sanitário Internacional, embora o progresso permaneça lento e contencioso. Cientificamente, a pandemia acelerou o movimento em direção à ciência aberta, com compartilhamento sem precedentes de dados genômicos, protocolos de pesquisa e resultados preliminares.

A resposta
à covid-19
catalisou
negociações
para um tratado
pandêmico
internacional
e revisões do
Regulamento
Sanitário
Internacional

Emergências ecológicas recentes (2021–2025)

No período de 2021 a 2025, reflexo de episódios anteriores e do fortalecimento das tecnologias de informação e comunicação, testemunhou-se uma intensificação alarmante de eventos climáticos extremos, confirmando as previsões científicas sobre os impactos das mudanças climáticas. A seguir, são apresentados alguns exemplos, tanto no Brasil como no restante do mundo.

Intensificação de eventos climáticos extremos

Secas prolongadas em regiões como o Chifre da África, o Mediterrâneo e o oeste dos Estados Unidos contrastaram com inundações catastróficas no Paquistão (2022), Brasil (2022-2023-2024) e Europa Central (2021). Ondas de calor de intensidade recorde atingiram a América do Norte, Europa, Ásia e Austrália, com consequências graves para a saúde pública, incluindo aumento de mortalidade, especialmente entre populações vulneráveis, como idosos e pessoas com condições crônicas.

Tais eventos extremos permitiram demonstrar claras interconexões com a saúde humana, animal e ecossistêmica. As ondas de calor não somente causaram mortes diretas por estresse térmico, mas também exacerbaram condições respiratórias e cardiovasculares, enquanto secas e inundações comprometeram a segurança alimentar e hídrica para milhões de pessoas.

Particularmente preocupante foi a expansão geográfica de doenças transmitidas por vetores como dengue, Chikungunya e malária para regiões anteriormente não endêmicas, resultado direto de mudanças nos padrões de temperatura e precipitação que favorecem a proliferação de mosquitos vetores.

Epistemologicamente, esse período foi marcado pelo refinamento de sistemas de alerta precoce baseados em modelagem climática avançada e pelo desenvolvimento da “epidemiologia climática” como disciplina emergente. Ontologicamente, esses eventos reforçaram o entendimento acerca dos sistemas climáticos e ecológicos como não lineares, com potencial para ultrapassar pontos de inflexão que desencadeiam mudanças abruptas e potencialmente irreversíveis. Axiologicamente, a distribuição desigual dos impactos intensificou debates sobre justiça climática e a responsabilidade das nações historicamente maiores emissoras de gases de efeito estufa em financiar adaptação e mitigação em países vulneráveis.

Surtos de Mpox e outras zoonoses emergentes

O surto global de Mpox (*monkeypox* ou varíola dos macacos) em 2022-2023 representou outro exemplo significativo de doença zoonótica emergente com implicações para a Saúde Única. Diferente dos surtos anteriores, que permaneciam geograficamente restritos à África Central e Ocidental, essa emergência sanitária se espalhou para mais de 100 países, afetando pre-

dominantemente homens que fazem sexo com homens, embora o vírus não seja intrinsecamente uma infecção sexualmente transmissível. Estudos indicam que mudanças ecológicas em regiões endêmicas, incluindo desmatamento e expansão de assentamentos humanos em habitats selvagens, podem ter contribuído para aumentar o contato entre humanos e hospedeiros animais do vírus, facilitando a emergência e disseminação do patógeno.

Simultaneamente, outros eventos zoonóticos preocupantes ocorreram nesse período, incluindo surtos de gripe aviária altamente patogênica (H5N1) em múltiplas espécies de mamíferos selvagens e domésticos, sugerindo adaptações virais que potencialmente aumentam o risco de transmissão para humanos. A detecção de novos coronavírus em populações de morcegos e evidências de transbordamento ocasional para humanos também reforçaram preocupações sobre o potencial para futuras pandemias de origem zoonótica.

Na dimensão epistemológica, esses eventos estimularam avanços em vigilância genômica e abordagens “Uma Saúde” para monitoramento de patógenos na interface humano-animal-ambiente. Ontologicamente, reafirmaram a compreensão acerca dos agentes patogênicos como entidades dinâmicas em constante coevolução com seus hospedeiros e ambientes, capazes de explorar novas oportunidades ecológicas criadas pela atividade humana. Axiologicamente, essas emergências sanitárias renovaram debates sobre a ética da exploração de fauna silvestre, expansão de fronteiras agrícolas e responsabilidades intergeracionais na preservação da integridade ecológica.

Perdas de biodiversidade e impacto nos serviços ecossistêmicos

Em períodos recentes, vem ocorrendo uma erosão alarmante da biodiversidade global, com implicações profundas para a saúde humana e a resiliência ecossistêmica. Em relatórios científicos, vêm sendo documentados declínios precipitados em populações de insetos polinizadores, com consequências potencialmente devastadoras para a segurança alimentar global. A degradação dos recifes de coral acelerou, em razão do aquecimento dos oceanos e acidificação, comprometendo não somente reservatórios críticos de biodiversidade marinha, mas também proteção costeira, segurança alimentar e subsistência para centenas de milhões de pessoas.

A perda de biodiversidade tem implicações diretas para o conceito de Saúde Única, uma vez que ecossistemas diversos fornecem serviços regulatórios cruciais, incluindo o controle natural de pragas e patógenos. Em estudos recentes ficaram evidenciadas correlações robustas entre redução na biodiversidade e aumento no risco de transmissão de doenças zoonóticas, um fenômeno conhecido como “efeito de diluição”. Adicionalmente, a erosão da diversidade genética em plantas medicinais, culturas agrícolas e animais domésticos reduz a resiliência desses organismos a novos patógenos e mudanças ambientais, com implicações sérias para farmacologia, segurança alimentar e saúde humana.

No plano epistemológico, houve período de avanços significativos em metodologias para valoração econômica de serviços ecossistêmicos e ferramentas para integrar considerações de

biodiversidade no planejamento em saúde. Ontologicamente, a acelerada perda de biodiversidade reforçou a compreensão dos ecossistemas como redes complexas de interações nas quais a remoção de espécies-chave pode desencadear efeitos cascata imprevisíveis.

Axiologicamente, esse fenômeno intensificou debates sobre valores intrínsecos versus instrumentais da natureza e direitos das gerações futuras de herdar um planeta em biodiversidade intacta.

Panorama brasileiro: desafios e iniciativas (2010–2025)

O Brasil confrontou-se com desafios particularmente intensos na interface entre desequilíbrio ecológico e saúde, sobretudo nos últimos 15 anos. Abaixo são discutidos alguns deles.

Desmatamento na Amazônia e ecossistemas brasileiros

O desmatamento na Amazônia, após um período de declínio entre 2004 e 2012, voltou a acelerar significativamente a partir de 2019, com o bioma perdendo mais de 11.000 km² de floresta naquele ano. Essa dinâmica foi acompanhada por degradação acelerada em outros biomas estratégicos, como o Cerrado e o Pantanal, esse último severamente impactado por incêndios catastróficos em 2020. A destruição desses ecossistemas tem profundas implicações para a Saúde Única, comprometendo serviços ecossistêmicos essenciais como regulação climática, ciclos hidrológicos e contenção de patógenos.

Estudos científicos estabeleceram correlações claras entre desmatamento amazônico e aumento na incidência de malária, com estimativas sugerindo que cada 1% de incremento do desmatamento está associado a um aumento de 23% nos casos da doença. Pesquisas também documentaram como a fragmentação florestal facilita o contato entre humanos e reservatórios selvagens de patógenos, aumentando o risco de emergência de novas zoonoses.

Adicionalmente, a fumaça dos incêndios florestais, frequentemente associados ao desmatamento, contribui para o aumento de doenças respiratórias em populações urbanas e rurais, muitas vezes a centenas de quilômetros do fogo original.

Epistemologicamente, a crise ambiental brasileira estimulou o desenvolvimento de abordagens interdisciplinares inovadoras, integrando conhecimentos indígenas tradicionais com tecnologias avançadas de monitoramento por satélite e modelagem epidemiológica. Ontologicamente, reforçou o entendimento acerca da Amazônia como um sistema socioecológico complexo, onde dinâmicas culturais, econômicas e políticas são inseparáveis de processos ecológicos. Na dimensão axiológica, o conflito entre modelos de desenvolvimento baseados em extração de recursos versus conservação da floresta em pé evidenciou tensões fundamentais entre valores de curto e longo prazo na sociedade brasileira.

Arboviroses e doenças transmitidas por vetores

O Brasil enfrentou uma crise crescente de arboviroses durante o período analisado, com dengue, Zika, Chikungunya e febre amarela causando impactos significativos na saúde pública nacional. A epidemia de Zika em 2015-2016, que resultou em um aumento alarmante de casos de microcefalia congênita, representou um ponto de inflexão na compreensão das complexas interações entre urbanização desordenada, mudanças climáticas e saúde materno-infantil. Subsequentemente, o país experimentou epidemias recorrentes de dengue de magnitude crescente, com 1,4 milhão de casos em 2022. A febre do Oropouche também é uma virose transmitida por mosquitos e preocupante, por ter registrado um aumento significativo no Brasil, com mais de 10.000 casos em 2024 e 2025, representando um aumento de 56% em relação ao ano anterior. A doença, que antes era mais comum na região amazônica, tem se espalhado para outros estados, incluindo o Espírito Santo, Ceará, Rio de Janeiro, Paraná e São Paulo. O Ministério da Saúde tem monitorado a situação e distribuído testes para todos os estados, todavia existe a preocupação de se tornar endêmica, principalmente por causa dos casos de subnotificação e falta de medidas de controle e maior conhecimento da epidemiologia da doença.

Essas arboviroses exemplificam perfeitamente o conceito de Saúde Única, sendo influenciadas por múltiplos fatores interconectados: mudanças climáticas que alteram a distribuição e período de atividade dos mosquitos vetores; urbanização precária com deficiências em saneamento básico; desmatamento, que aproxima populações humanas de reservatórios selvagens de vírus; e sistemas de saúde frequentemente inadequados para diagnóstico precoce e manejo clínico apropriado. No caso específico da febre amarela, surtos nos estados do Sudeste entre 2017 e 2019 demonstraram como a degradação de habitats naturais pode facilitar a transmissão do vírus de primatas não humanos para populações humanas através de mosquitos vetores.

Na dimensão epistemológica, essas epidemias estimularam avanços significativos na virologia e entomologia brasileira, incluindo o desenvolvimento de novas abordagens como a liberação de mosquitos *Aedes aegypti* infectados com a bactéria *Wolbachia*, que reduz sua capacidade de transmitir vírus. Ontologicamente, essas crises sanitárias evidenciaram como fatores sociais (desigualdade, urbanização precária) interagem com processos biológicos (ciclos virais, ecologia vetorial) e fenômenos ambientais (mudanças climáticas) de maneiras complexas e frequentemente imprevisíveis. Axiologicamente, o impacto desproporcional dessas doenças em populações vulneráveis levantou questões fundamentais sobre justiça ambiental e o direito à saúde no contexto brasileiro.

Iniciativas brasileiras de Saúde Única

Apesar dos desafios significativos e da abordagem recente sob os conceitos e premissas da Saúde Única, o Brasil também desenvolveu iniciativas promissoras alinhadas ao paradigma de Saúde Única durante o período analisado. A Fiocruz estabeleceu em 2014 o Centro de Informação em Saúde Silvestre (CISS), uma plataforma integrada que monitora patógenos circulantes

em populações de animais silvestres, domésticos e humanos, criando sistemas de alerta precoce para potenciais *spillovers* zoonóticos. Universidades federais e estaduais estabeleceram programas interdisciplinares focados em Saúde Única, formando uma nova geração de profissionais com competências para abordar desafios complexos na interface humano-animal-ambiente.

No campo das políticas públicas, o Brasil avançou na criação de estruturas institucionais para coordenação intersetorial, incluindo a Comissão Nacional de Saúde Única, estabelecida em 2022, que integra representantes dos ministérios da Saúde, Agricultura e Pecuária, Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia. A Embrapa desenvolveu programas focados em práticas agropecuárias sustentáveis que minimizam riscos sanitários, incluindo sistemas agroflorestais que conciliam produção alimentar com conservação da biodiversidade.

Na dimensão epistemológica, tais iniciativas representam um significativo avanço na integração de conhecimentos anteriormente fragmentados em disciplinas isoladas, criando um novo campo transdisciplinar de saberes. Ontologicamente, refletem uma mudança paradigmática no entendimento da saúde não como estado individual, mas como propriedade emergente de sistemas socioecológicos complexos e interconectados. Axiologicamente, incorporam uma visão de longo prazo que valoriza a equidade intergeracional e reconhece os direitos de comunidades tradicionais, povos indígenas e outros grupos historicamente marginalizados na formulação de políticas sanitárias e ambientais.

A análise cronológica dos últimos 15 anos de eventos de desequilíbrio ecológico sob a perspectiva de Saúde Única revela padrões preocupantes e lições críticas para o futuro. A crescente frequência e intensidade de eventos zoonóticos – desde H1N1 e Ebola até covid-19 e Mpox – demonstra como a degradação de ecossistemas, particularmente por meio do desmatamento e expansão agrícola em habitats selvagens, cria condições propícias para o surgimento de novas doenças infecciosas. Simultaneamente, a aceleração das mudanças climáticas amplifica riscos à saúde por meio de eventos extremos, insegurança alimentar e hídrica, e expansão geográfica de doenças transmitidas por vetores.

A complexidade desses desafios transcende abordagens disciplinares tradicionais, exigindo integração de conhecimentos nas dimensões epistemológica, ontológica e axiológica.

Epistemologicamente, o período analisado testemunhou avanços significativos na compreensão das interconexões entre saúde humana, animal e ambiental, com desenvolvimento de novas metodologias interdisciplinares e sistemas de vigilância integrados. Ontologicamente, emergiu uma compreensão mais profunda da realidade como sistemas adaptativos complexos, em que perturbações em componentes ecológicos inevitavelmente reverberam em múltiplas escalas e domínios. Axiologicamente, intensificaram-se debates sobre equidade intergeracional, justiça ambiental e o equilíbrio entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade ecológica.

O Brasil, como detentor de megabiodiversidade e enfrentando desafios particularmente agudos na interface saúde-ambiente, representa um microcosmo dessas dinâmicas globais. As experiências brasileiras com arboviroses, desmatamento e desenvolvimento de abordagens

integrativas oferecem lições valiosas para a comunidade global. Avançar efetivamente frente a esses desafios exigirá fortalecimento de estruturas de governança global, financiamento sustentável para iniciativas de Saúde Única, e transformações profundas em sistemas alimentares, energéticos e econômicos para restaurar equilíbrios ecológicos fundamentais dos quais a saúde coletiva depende inextricavelmente.

A complexidade inerente ao conceito de Saúde Única impõe desafios estruturais para a sua implementação, incluindo:

Falta de integração entre setores: A cooperação entre os setores da saúde humana, animal e ambiental ainda é limitada por barreiras institucionais e legislativas, dificultando abordagens sistêmicas eficazes.

Resistência a mudanças epistemológicas: Muitos modelos de gestão sanitária ainda operam sob paradigmas fragmentados, dificultando a adoção de uma abordagem holística que incorpore fatores sociais, econômicos e ambientais na promoção da saúde.

Impactos ambientais e mudanças climáticas: O avanço da degradação ambiental e das mudanças climáticas intensifica a emergência de doenças zoonóticas e outros problemas sanitários globais, exigindo soluções inovadoras.

Desigualdades socioeconômicas: O acesso desigual a tecnologias, assistência técnica e infraestrutura de saúde compromete a eficácia das políticas de Saúde Única, especialmente em países em desenvolvimento.

Caminhos para um futuro sustentável e equilibrado

Apesar dos desafios, a Saúde Única oferece oportunidades valiosas para a transição para modelos mais sustentáveis e resilientes de saúde e produção agroalimentar. Algumas dessas oportunidades incluem:

Fortalecimento de políticas públicas integradas: A criação de marcos regulatórios que incentivem a cooperação entre diferentes setores e promovam abordagens interdisciplinares é essencial para o avanço da agenda da Saúde Única.

Na Década da Restauração (2021-2030), programas, projetos, atividades de restauração ambiental, ecológica e produtiva consistem numa oportunidade excelente para melhorar as condições ambientais como um todo, assim como implementar boas práticas de manejo florestal de florestas naturais, que assegurem a conservação da biodiversidade e os fluxos de crescimento e reprodução, o que certamente contribuirá para evitar o transbordamento de possíveis zoonoses e ou surgimento de novas pandemias.

Desenvolvimento de tecnologias inovadoras: Soluções baseadas em biotecnologia, inteligência artificial e monitoramento ambiental podem otimizar a detecção precoce de doenças, melhorar a biossegurança e promover práticas agropecuárias mais sustentáveis.

Ampliação da governança informacional: O uso de dados integrados e sistemas de informação geoespacial pode melhorar a vigilância epidemiológica e fortalecer as redes de cooperação entre instituições de pesquisa e governos.

Educação e capacitação: Investir na formação de profissionais com visão transdisciplinar e conhecimentos em Saúde Única pode acelerar a implementação de práticas inovadoras e sustentáveis.

Ressalta-se que do evento da Rio-92 (junho de 1992) à COP 30 (novembro de 2025), passaram-se mais de 30 anos. A Carta da Terra, um documento que preconizava o cuidado com o planeta, infelizmente, não foi colocada em prática. Além disso, houve eventos extremos, cada vez mais frequentes, como *tsunamis*, furacões e grandes enchentes, longos períodos de secas, alta frequência de incêndios e temperaturas extremas no verão e inverno. Associado a tudo isso, enfrentou-se a pandemia de covid-19 (março de 2020 a maio de 2023), com mais de 716 mil óbitos até maio de 2025 (infoms. saude.gov.br) só no Brasil, e mais de 7 milhões em escala mundial (Worldometers, 2025). Assim, é fundamental que os países analisem os aprendizados adquiridos, os desafios e tracem estratégias para melhor organização, preparo, resposta visando mitigar os efeitos danosos de novas pandemias que possam surgir. A implementação das estratégias e abordagem em Saúde Única é fundamental.

Assim, a implementação efetiva da abordagem de Saúde Única depende da superação dos desafios epistemológicos e estruturais existentes, bem como da adoção de estratégias que promovam a integração entre setores, inovação tecnológica e sustentabilidade ambiental.

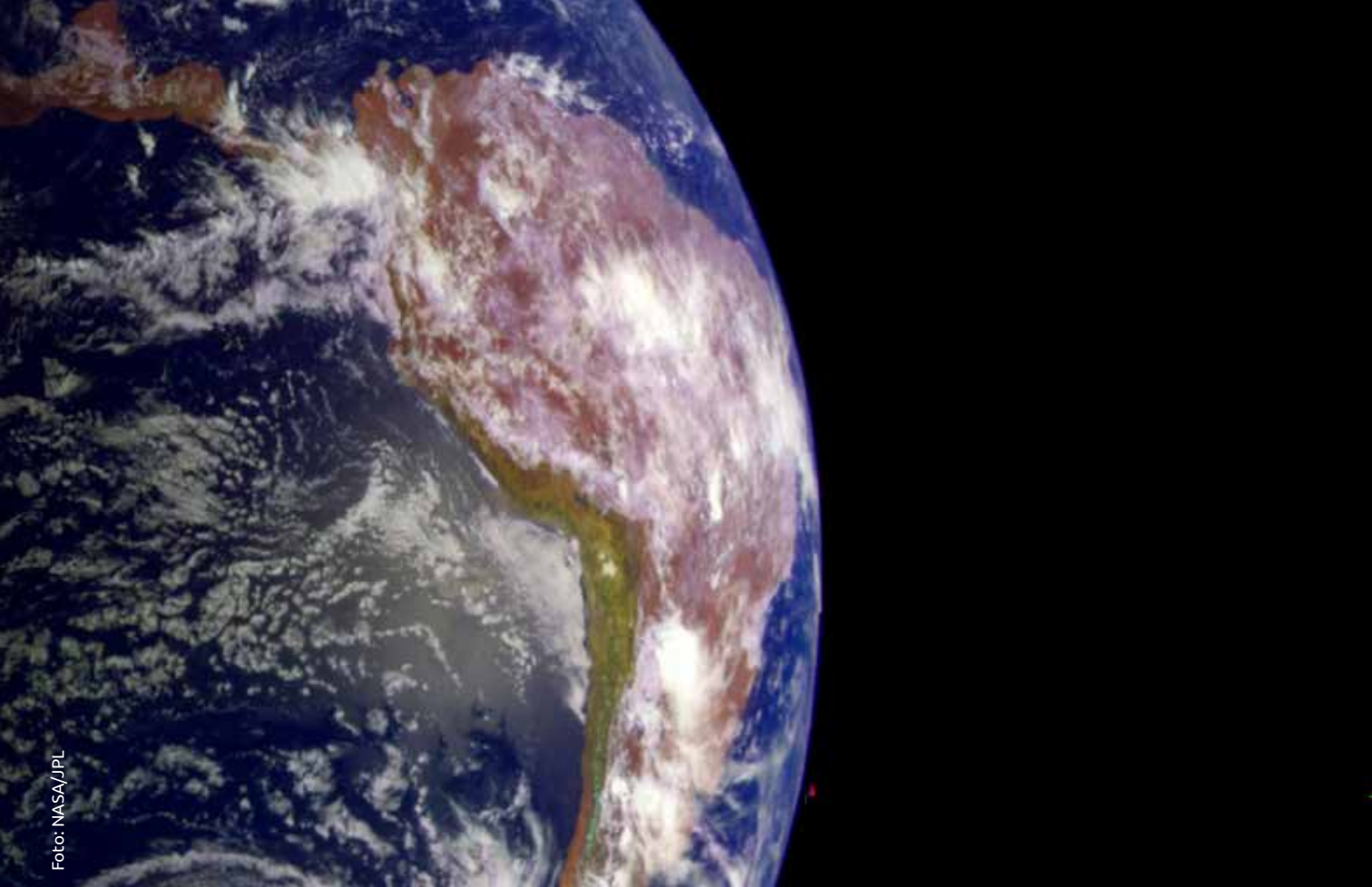


Foto: NASA/JPL

Considerações finais

A abordagem de Saúde Única constitui uma estrutura conceitual e prática indispensável para enfrentar os desafios complexos e interconectados que ameaçam a saúde humana, animal, vegetal e ambiental em escala global. A intensificação das mudanças climáticas, a degradação ambiental, o uso intensivo de agroquímicos, a redução da biodiversidade e a crescente frequência de doenças zoonóticas emergentes ilustram, de forma contundente, a interdependência entre os diferentes sistemas vivos que compartilham o planeta. Nesse cenário, torna-se evidente que os problemas de saúde não podem mais ser compreendidos ou solucionados de forma isolada por disciplinas ou setores específicos. A saúde é um bem coletivo que emerge da integridade dos ecossistemas, do equilíbrio das cadeias produtivas e da justiça social. A resiliência planetária precisa ser entendida como premissa básica para atividades econômicas e vivência em sociedade, assegurando a sustentabilidade, o bem-estar e o menor impacto negativo possível, sobretudo das atividades humanas. Neste sentido, a Saúde Única é certamente um dos principais caminhos que contribuem para um planeta mais resiliente frente aos desafios impostos para a convivência harmônica das diferentes formas de vida na Terra.

No Brasil, a incorporação da Saúde Única em políticas públicas, programas de pesquisa e estratégias de desenvolvimento sustentável tem avançado de forma significativa, por meio da adesão de diversas instituições que atuam nos campos de conhecimento associados ao tema. O papel da ciência e da inovação tecnológica é crucial nesse processo, promovendo soluções sustentáveis baseadas em evidências, que considerem as especificidades territoriais, culturais e socioeconômicas do País. A agricultura digital, o melhoramento genético de plantas com

foco em segurança alimentar, o uso de bioinsumos e a valorização da saúde do solo, abordagens feitas pela Embrapa e outras instituições, são exemplos de estratégias promissoras que se alinham aos princípios da Saúde Única, buscando simultaneamente produtividade, sustentabilidade e resiliência socioecológica.

Entretanto, a efetividade dessa abordagem depende da superação de desafios epistemológicos, políticos e estruturais. A fragmentação entre setores, a insuficiência de mecanismos de governança integrativa e a carência de investimentos em vigilância, prevenção e educação transdisciplinar ainda limitam a implementação plena da Saúde Única. Além disso, é necessário reconhecer que os impactos das crises ambientais e sanitárias não se dão de maneira equitativa. Comunidades vulnerabilizadas e invisibilizadas – como povos indígenas, comunidades tradicionais e populações periféricas – enfrentam maiores riscos e barreiras de acesso a serviços de saúde e proteção ambiental. A justiça socioambiental, portanto, deve ser considerada um pilar central dessa abordagem, garantindo a inclusão efetiva dessas populações na formulação de políticas públicas, no monitoramento participativo e no usufruto dos benefícios de um ambiente saudável.

A construção de sistemas agroalimentares sustentáveis, integrados e inclusivos representa outro componente essencial da agenda Saúde Única. A transição de modelos convencionais para práticas baseadas na agroecologia, na conservação ambiental e na circularidade dos recursos é urgente para enfrentar as múltiplas pressões do crescimento populacional, da insegurança alimentar e das mudanças climáticas. Essa transformação requer investimentos em pesquisa, desenvolvimento de tecnologias acessíveis, capacitação de produtores e fortalecimento de redes colaborativas entre instituições científicas, setor produtivo, sociedade civil e formuladores de políticas.

Por fim, diante da crescente ocorrência de zoonoses emergentes, da resistência aos antimicrobianos, da perda de habitats naturais e da intensificação dos riscos ambientais globais, a Saúde Única se consolida como uma agenda estratégica e necessária, capaz de apontar caminhos para a resiliência planetária, possibilitando a necessária convivência entre atividades essenciais à sobrevivência e a sustentabilidade social, ambiental e econômica. É, portanto, um caminho que, se não for encarado como prioritário pelas sociedades e suas respectivas governanças, aponta para um destino inexoravelmente insustentável frente às mudanças climáticas em curso, ao aumento populacional e à insegurança alimentar. A Saúde Única, em suma, propõe um novo paradigma de saúde, no qual a prevenção e o bem-estar de todos os seres vivos são alcançados por meio de ações coordenadas, baseadas na cooperação interdisciplinar e na solidariedade global. A integração entre conhecimento científico, saberes locais, políticas públicas eficazes e participação social ativa é o caminho para promover um futuro mais justo, seguro e sustentável, onde a saúde seja reconhecida como expressão da harmonia entre sociedade e natureza.

Referências

ALLEN, T.; MURRAY, K. A.; ZAMBRANA-TORRELIO, C.; MORSE, S. S.; RONDININI, C.; DI MARCO, M.; BREIT, N.; OLIVAL, K. J.; DASZAK, P. Global hotspots and correlates of emerging zoonotic diseases. **Nature Communications**, v. 8, n. 1124, p. 1–10, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-017-00923-8>.

ÁLVARES, J.; ALVES, M. C. G. P.; ESCUDER, M. M. L.; ALMEIDA, A. M.; ISIDORO, J. B.; GUERRA JUNIOR, A. A.; COSTA, K. S.; COSTA, E. AL.; GUIBU, I. A.; SOEIRO, O. M.; LEITE, S. N.; KARNIKOWSKI, M. G. de O.; ACURCIO, F. de A. Pesquisa Nacional sobre Acesso, Utilização e promoção do uso racional de medicamentos: métodos. **Revista de Saúde Pública**, v. 51, supl. 2, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/S1518-8787.2017051007027>.

AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION. One Health Initiative Task Force: final report. Schaumburg, IL, 15 Jul. 2008. Disponível em: https://www.avma.org/sites/default/files/resources/onehealth_final.pdf. Acesso em: 6 ago. 2025.

AMES, B. N. Prolonging healthy aging: longevity vitamins and proteins. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 115, n. 43, p. 10836-10844, Oct. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1809045115>.

ASCHEMANN-WITZEL, J.; BIZZO, H. B.; CHAVES, A. C. S. D.; FARIA-MACHADO, A. F.; SOARES, A. G.; FONSECA, M. J. de O.; KIDMOSE, U.; ROSENTHAL, A. Sustainable use of tropical fruits? challenges and opportunities of applying the waste-to-value concept to international value chains, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 63, n. 10, p. 1339-1351, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2021.1963665>.

BANERJEE, S.; VAN DER HEIJDEN, M. G. A. Soil microbiomes and one health. **Nature Reviews Microbiology**, v. 21, p. 6–17, jan. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/s41579-022-00779-w>.

BASHEER, A.; JENTNER, W.; KUHN, K. G.; WIMBERLY, M. C.; VOGEL, J.; EBERT, D. S. A comprehensive approach to integrated one health surveillance and response. **Open Access Government**, v. 43, n. 1, p. 50–51, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.56367/oag-043-10923>.

BEHRAVESH, C. B.; CHARRON, D. F.; LIEW, A.; BECERRA, N. C.; MACHALABA, C.; HAYMAN, D. T. S.; ZANELLA, J. R. C.; FARAG, E.; CHAUDHARY, A.; BELLES, H.; ADISASMITO, W. B.; ALMUHAIRI, S.; BILIVOGUI, P.; BUKACHI, S. A.; CASAS, N.; CUNNINGHAM, A. A.; DEBNATH, N.; DAR, O.; DUNGU, B.; GAO, G. F.; KHAITSA, M.; KOOPMANS, M. P. G.; MACKENZIE, J. S.; MORAND, S.; SMOLENSKIY, V.; ZHOU, L.; MARKOTTER, W.; METTENLEITER, T. C. An integrated inventory of One Health tools: mapping and analysis of globally available tools to advance One Health. **CABI One Health**, v. 3, n. 1, 2024.

BERGIER, I.; LEITE, M. A. de A.; ALVES, A. L.; AMARAL, T. B. **Rastreabilidade digital como rota para a sustentabilidade**. Campinas: Embrapa Agricultura Digital, 2024. 4 p. (Agricultura Digital). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1171315/1/FL-Rastreabilidade-digital-2024.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2025.

BHAGAT, R.; WALIA, S. S.; SHARMA, K.; SINGH, R.; SINGH, G.; HOSSAIN, A. The integrated farming system is an environmentally friendly and cost-effective approach to the sustainability of agri-food systems in the modern era of the changing climate: a comprehensive review. **Food and Energy Security**, v. 13, n. 1, e534, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/fes3.534>.

BIROL, E.; FOLEY, J.; AYTEKIN, D. **Biofortification**: the evidence. Washington, D.C.: HarvestPlus; Montpellier: CGIAR, 2021. 14 p.

BIRD, B. H.; MAZET, J. A. K. Detection of emerging zoonotic pathogens: an integrated one health approach. **Annual Review of Animal Biosciences**, v. 6, p. 121–139, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-animal-022516-022912>.

BOLFE, E. L.; BARBEDO, J. G. A.; MASSRUHÁ, S. M. F. S.; SOUZA, K. X. S. de; ASSAD, E. D. Desafios, tendências e oportunidades em agricultura digital no Brasil. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; OLIVEIRA, S. R. de M.; MEIRA, C. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. (Ed.). **Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. cap. 16, p. 380-406.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil DE 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 3 jun. 2025.

BRASIL. Decreto nº 12.007, de 25 de abril de 2024. Institui o Comitê Técnico Interinstitucional de Uma Só Saúde. **Diário Oficial da União**: seção 1, n. 81, p. 3, 26 abr. 2024d.

BRASIL. Decreto nº 5.741, de 30 de março de 2006. Regulamenta os arts. 27-A, 28-A e 29-A da Lei no 8.171, de 17 de janeiro de 1991, organiza o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, n. 32, p. 82, 31 mar. 2006.

BRASIL. Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis no 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, n. 102, p. 1-9, 28 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 7 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Coordenação Geral de Planejamento e Avaliação Zoossanitária. **Sistema Brasileiro de Vigilância e Emergências Veterinárias**. Brasília, DF, 2025d. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/SISBRAVET.html>. Acesso em: 10 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Saúde animal e sanidade vegetal**: saúde animal. Brasília, DF: MAPA, 2019a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal>. Acesso em: 1 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de vigilância e defesa sanitária animal**. Brasília, DF: MAPA, 2020a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Resistência aos antimicrobianos**: PAN-BR AGRO. Brasília, DF: MAPA, 26 out. 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/resistencia-aos-antimicrobianos/pan-br-agro>. Acesso em: 1 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Programas de Saúde Animal**. Brasília, DF, 2025e. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal>. Acesso em: 10 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira** - SiBBR. Brasília, DF, 2025g. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: 10 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise Epidemiológica e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. Coordenação-Geral de Informações e Análises Epidemiológicas. **Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC)**. Brasília, 2025h. Disponível em: <https://svs.aims.gov.br/daent/cgiae/sinasc/>. Acesso em: 15 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. **DATASUS**: morbidade hospitalar do SUS (SIH/SUS): 2008. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/aceso-a-informacao/morbidade-hospitalar-do-sus-sih-sus/>. Acesso em: 5 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Pesquisa Nacional de Saúde 2021**. Brasília, DF: Ministério da Saúde: IBGE: Fiocruz, 2021. Disponível em: <https://www.pns.icict.fiocruz.br/>. Acesso em: 24 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. **Inquéritos populacionais e chamadas nutricionais**. Brasília, DF, 2023c. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saps/vigilancia-alimentar-e-nutricional/inqueritos-populacionais-e-chamadas-nutricionais>. Acesso em: 24 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Plano de Ação Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos no Âmbito da Saúde Única 2018-2022 - PAN-BR**. Brasília, DF, 2019a. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/antimicrobianos/plano-nacional-antimicrobianos-pan-br-14fev19-isbn.pdf/view>. Acesso em: 5 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **Saúde ambiental**. Brasília, DF, 2025f. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/saude-ambiental>. Acesso em: 10 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Sistema Único de Saúde. **Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM)** – conjuntos de dados – OPENDATASUS. Brasília, DF, 2023b. Disponível em: <https://opendatasus.saude.gov.br/dataset/sim>. Acesso em: 5 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **SINAN**: Sistema de Informação de Agravos e Notificação. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <https://portalsinan.saude.gov.br/>. Acesso em: 5 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Inquéritos de Saúde**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2025c. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/inqueritos-de-saude>. Acesso em: 1 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Uma Só Saúde**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2025a. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/u/uma-so-saude>. Acesso em: 1 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Análise Epidemiológica e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. **Sistema de informações sobre nascidos vivos**: SINASC. Brasília, DF, 2020b. Disponível em: <https://svs.aims.gov.br/daent/cgiae/sinasc>. Acesso em: 24 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **Surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar**. Informe. Brasília, DF, 2024c. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha/publicacoes/surtos-de-doencas-de-transmissao-hidrica-e-alimentar-no-brasil-informe-2024/view>. Acesso em: 18 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigitel**. Brasília, DF, 2023d. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/v/vigitel>. Acesso em: 24 out. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Dia da biodiversidade**: MMA lança 6º relatório nacional para a CDB. Brasília, DF, 2023e. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/mma-lanca-6o-relatorio-nacional-para-cdb-no-dia-da-biodiversidade>. Acesso em: 14 out. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Comissão Nacional da Biodiversidade. Resolução CONABIO nº 9, de 28 de novembro de 2024. Dispõe sobre as Metas Nacionais de Biodiversidade para 2030. **Diário Oficial da União**: seção 1, n. 36, p. 60-62, 20 fev. 2025b. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-conabio-n-9-de-28-de-novembro-de-2024-613697262>. Acesso em: 18 jul. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Secretaria Extraordinária de Controle do Desmatamento e Ordenamento Ambiental Territorial. **Boletim Combate aos Incêndios Florestais no Pantanal**, n. 17, 22 out. 2024. Brasília, DF: MMA, 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pantanal>. Acesso em: 11 jun. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Planaveg**: Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa: rota estratégica para recuperação de 12 milhões de hectares: 2025-2028. Brasília, DF 2024b. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/sbio/dflo/plano-nacional-de-recuperacao-da-vegetacao-nativa-planaveg/planaveg_2025-2028_2dez2024.pdf. Acesso em: 18 jul. 2025.

BROWN, G. G.; DEMETRIO, W. C.; GABRIAC, Q.; PASINI, A.; KORASAKI, V.; OLIVEIRA, L. J.; DOS SANTOS, J. C. F.; TORRES, E.; GALERANI, P. R.; GAZZIERO, D. L. P.; BENITO, N. P.; NUNES, D. H.; SANTOS, A.; FERREIRA, T.; NADOLNY, H. S.; BARTZ, M. L. C.; MASCHIO, W.; DUDAS, R. T.; ZAGATTO, M. R. G.; NIVA, C. C.; CLASEN, L. A.; SAUTTER, K. D.; FROUFE, L. C. M.; SEOANE, C. E. S.; DE MORAES, A.; JAMES, S.; ALBERTON, O.; BRANDÃO JÚNIOR, O.; SARAIVA, O.; GARCIA, A.; OLIVEIRA, E.; CÉSAR, R. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BRUZ, L. S. M.; SILVA, E. DA; CARDOSO, G. B. X.; LAVELLE, P.; VELÁSQUEZ, E.; CREMONESI, M.; PARRON, L. M.; BAGGIO, A. J.; NEVES, E.; HUNGRIA, M.; CAMPOS, T. A.; DA SILVA, V. L.; REISSMANN, C. B.; CONRADO, A. C.; BOUILLET, J.-P. D.; GONÇALVES, J. L. M.; BRANDANI, C. B.; VIANI, R. A. G.; PAULA, R. R.; LACLAU, J.-P.; PEÑA-VELEGAS, C. P.; PERES, C.; DECAËNS, T.; PEY, B.; EISENHAEUER, N.; COOPER, M.; MATHIEU, J. Soil macrofauna communities in Brazilian land-use systems. **Biodiversity Data Journal**, v. 12, e115000, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.3897/BDJ.12.e115000>.

BRUGÈRE-PICOUX, J.; BRUGÈRE-PICOUX, J.; LEROY, E. M.; LEROY, E. M.; ANGOT, J.-L.; ROSOLEN, S. G.; ROSOLEN, S. G. Santé humaine et santé animale. **Bulletin De L'Academie Nationale De Medecine**, v. 206, n. 1, p. 138-145, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/J.BANM.2021.11.008>.

BUSS, P. M.; PELLEGRINI FILHO, A. A saúde e seus determinantes sociais. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 17, n. 1, p. 77-93, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-73312007000100006>.

CEDDIA, M. G.; BOILLAT, S.; JACOBI, J. Transforming food systems through agroecology: enhancing farmers' autonomy for a safe and just transition. **The Lancet Planetary Health**, 8, e958-965, 2024. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S2542-5196\(24\)00234-1](http://dx.doi.org/10.1016/S2542-5196(24)00234-1).

CALISTRI, P.; GIOVANNINI, A.; HUBALEK, Z.; IPPOLITI, C.; MONACO, F.; SAVINI, G.; LORUSSO, A. Systems for prevention and control of epidemic emergencies. **Veterinaria Italiana**, v. 49, n. 1, p. 11-18, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.12834/VetIt.1301.1875.3>.

CARVALHO, J. L. N.; SILVA, F. C.; PEREIRA, L. S. Uso e impacto dos recursos hídricos na agricultura brasileira: análise das demandas e produtividade hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 9, p. 939-946, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000900005>.

CATALDO, C.; BELLENGHI, M.; MASELLA, R.; BUSANI, L. One Health and sex and gender-related perspective in the ecosystem: Interactions among drivers involved in the risk of leptospirosis in Europe. **One Health**, v. 19, 100841, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.onehlt.2024.100841>.

CATALDO, C.; BELLENGHI, M.; MASELLA, R.; BUSANI, L. One Health challenges and actions: Integration of gender considerations to reduce risks at the human-animal-environmental interface. **One Health**, v. 16, 100530, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.onehlt.2023.100530>.

CELENTANO, D.; MORAIS, M.; FERREIRA, J.; NAHUR, A.; COUTINHO, B.; ROUSSEAU, G. X.; MARTINS, M. B.; VASCONCELOS, L. G. T. R.; RODRIGUES, F.; FREIRE, R.; PINTO, A.; KANASHIRO, M. Forest restoration to promote a fair post COVID-19 recovery in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 116, article 106076, 2022.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Antimicrobial Resistance. **Facts and Stats**. Atlanta, 2025a. Disponível em: www.cdc.gov/DrugResistance. Acesso em: 20 ago. 2025.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **National one health framework to address zoonotic diseases and advance public health preparedness in the United States, 2025–2029**. Atlanta, Jan. 2025b. Disponível em: https://www.cdc.gov/one-health/media/pdfs/2025/01/354391-A-NOHF-ZOONOSES-508_FINAL.pdf. Acesso em: 15 ago. 2025.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **One Health zoonotic disease prioritization process**. 2023. Disponível em: <https://www.cdc.gov/onehealth/pdfs/prioritization-fact-sheet-H.pdf>. Acesso em: 3 out. 2023.

CERVANTES, P. L.; XICOTENCATL, R. I. F.; CADOR, C. M.; KINNEY, I. S. Circular economy and food safety: a focus on One Health. **Applied Food Research**, n. 4, 100509, 2024.

PENAKALAPATI, G.; SWARTHOUT, J.; DELAHOY, M. J.; MCALILEY, L.; WODNIK, B.; LEVY, K.; FREEMAN, M. C. Exposure to animal feces and human health: A systematic review and proposed research priorities. **Environmental Science & Technology**, v. 51, n. 20, p. 11537-11552, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.7b02811>.

CHEN, Q.; ZHAO, H.; LIU, Y.; JIN, L. PENG, R. Factors affecting the adsorption of heavy metals by microplastics and their toxic effects on fish. **Toxics**, v. 11, n. 6, p. 490, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/toxics11060490>.

CHARMAZ, K. **A construção da teoria fundamentada**: guia prático para análise qualitativa. Porto Alegre: Artmed, 2009.

CHAVES, E. C. R.; SILVA, G. A.; QUINTINO, A. J.; TRINDADE JÚNIOR, K. N. Avaliação do aplicativo SISS-Geo como ferramenta de monitoramento de animais reservatórios do Vírus da Febre Amarela no Brasil. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 12, n. 9, e3664, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.25248/reas.e3664.2020>.

COCATO, G. P. Resenha: Mineração Da Genealogia Do Desastre. O Extrativismo Na América Como Origem Da Modernidade. **Terra@Plural**, v. 16, e-2219430, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.5212/TerraPlural>.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Principles and guidelines for the conduct of a microbiological risk assessment**: CAC/GL 30-1999. Roma: FAO, 1999.

COLA, J. P.; SANTOS, A. P. B. dos; ZANOTTI, R. L.; DELA COSTA, A. E. da s.; DEL CARRO, K. B.; COELHO, L. de A. L.; MIRANDA, A. E.; VICENTE, C. R. Implicações maternas e fetais da Febre Oropouche, Espírito

Santo, Brasil, 2024. **Emerging Infectious Diseases**, v. 31, n. 4, p. 645-651, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.3201/eid3104.241986>.

COSTANZA, R. Toward an operational definition of ecosystem health. In: COSTANZA, R.; NORTON, B. G.; HASKELL, B. D. (ed.). **Ecosystem health: new goals for environmental management**. Washington: Island Press; 1992. p. 239-256.

CONTROLLING the global obesity epidemic. [Geneva]: WHO, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/activities/controlling-the-global-obesity-epidemic>. Acesso em: 30 set. 2023.

CORREIA, H. H. S.; SOUZA, M. Antes o mundo não existia: mito escrito e eco saberes. Em: CORREIA, H. H. S.; VELDEN, F. V.; ROCHA, R. R. (org.) **Humanos e outros-que-humanos nas narrativas amazônicas: perspectivas literárias e antropológicas sobre saberes ecológicos, tradicionais, estéticos e críticos** São Carlos, SP: De Castro, 2023.

CUADRA, S. V.; VICTORIA, D. de C.; PELLEGRINO, G. Q.; BOLFE, E. L.; MONTEIRO, J. E. B. de A.; ASSAD, E. D.; OLIVEIRA, A. F. de; FASIABEN, M. do C. R.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; BATISTELLA, M.; BARIONI, L. G.; NAKAI, A. M.; SILVA, F. C. da; MATSUURA, M. I. da S. F. Modelagem agroambiental e a transformação digital da agricultura. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; OLIVEIRA, S. R. de M.; MEIRA, C. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. (Ed.). **Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. cap. 3, p. 68-93.

CUTLER, S. J.; FOOKS, A. R.; VAN DER POEL, W. H. M. Public health threat of new, reemerging, and neglected zoonoses in the industrialized world. **Emerging Infectious Diseases**, v. 16, n. 1, p. 1-7, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.3201/eid1601.081467>.

DAHLBERG, I. The concept theory and its applications. **Knowledge Organization**, v. 23, n. 1, p. 8-26, 1996.

DAHLGREN, G.; WHITEHEAD, M. **Policies and strategies to promote social equity in health**. Stockholm: Institute for Futures Studies, 1991.

D’COSTA, V. M.; KING, C. E.; KALAN, L.; MORAR, M.; SUNG, W. W.; SCHWARZ, C.; FROESE, D.; ZAZULA, G.; CALMELS, F.; DEBRUYNE, R.; GOLDING, G. B.; POINAR, H. N.; WRIGHT, G. D. Antibiotic resistance is ancient. **Nature**, v. 477, 7365, p. 457-461, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/nature10388>.

D’COSTA, V. M.; MCGRANN, K. M.; HUGHES, D. W.; WRIGHT, G. D. Sampling the antibiotic resistome. **Science**, v. 311, 5759, p. 374-377, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1120800>.

DE GARINE-WICHATITSKY, M.; BINOT, A.; WARD, J.; CARON, A.; PERROTON, A.; ROSS, H.; QUOC, H. T.; VALLS-FOX, H.; GORDON, I. J.; PROMBUROM, P.; ANCOG, R.; KOCK, R. A.; MORAND, S.; KNIGHT, V.; ALLEN, W.; PHIMPRAPHAI, W.; DUBOZ, R.; ECHAUBARD, P. Health in” and “Health of” Social-Ecological Systems: a practical framework for the management of healthy and resilient agricultural and natural ecosystems. **Frontiers in Public Health**, v. 8, 616328, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2020.616328>.

DE NOORDHOUT, C. M.; DEVLEESSCHAUWER, B.; ANGULO, F. J.; VERBEKE, G.; HAAGSMA, J.; KIRK, M.; HAVELAAR, A.; SPEYBROECK, N. The global burden of listeriosis: a systematic review and meta-analysis. **Lancet Infectious Diseases**, v. 14, n. 11, p. 1073-1082, 2014.

DEGELING, C.; JOHNSON, J.; KERRIDGE, I.; WILSON, A.; WARD, M.; STEWART, C.; GILBERT, G. Implementation a One Health approach to emerging infectious disease: reflections on the socio-political, ethical and legal dimensions. **BMC Public Health**, v. 15, n. 1307, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s12889-015-2617-1>.

DESTOUMIEUX-GARZÓN, D.; MAVINGUI, P.; BOETSCH, G.; BOISSIER, J.; DARRIET, F.; DUBOZ, P.; FRITSCH, C.; GIRAUDOUX, P.; ROUX, F. L.; MORANDI, S.; PAILARD, C.; PONTIER, D.; SUEUR, C.; VOITURON, Y. The One Health concept: 10 years old and a long road ahead. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 5, n. 14, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fvets.2018.00014>.

DESAFIOS e oportunidades para a Embrapa em Saúde Única. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2024. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 546). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1168696/1/DOC-546-Desafios-e-oportunidades-para-a-Embrapa-em-saude-unica.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2025.

DEVLEESSCHAUWER, B.; DI BARI, C.; FASTL, C.; MARTINS, S. B.; VENKATESWARAN, N.; PIGOTT, D. M. Linking animal and human health burden: challenges and opportunities. **Revista Científica e Técnica**, v. 43, p. 79–86, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.20506/rst.43.3520>.

DONEY, S. C.; FABRY, V. J.; FEELY, R. A.; KLEYPAS, J. A. Ocean acidification: the other problem. **Annual Review of Marine Science**, v. 1, p. 169–192, jan. 2009. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.marine.010908.163834>. Acesso em: 10 jun. 2025.

DRUG-RESISTANT infections: a threat to our economic future. Washington, DC: World Bank Group, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1596/26707>. Acesso em: 22 jul. 2025.

DUDEJA, P.; SINGH, A.; KAUR, S. **Food safety implementation**: from farm to fork. New Delhi: CBS Publishers & Distributors Pvt Ltd, 2017.

ECDC. **ECDC One Health Framework**. Solna, maio 2024. Disponível em: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/One-Health-Framework-Directors.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2025.

ECKERT, C.; DE MORAES RIAL, C. S. Amazônia, Uma Nova Minamata? **Iluminuras**, v. 24, n. 64, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.22456/1984-1191.132415>. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/iluminuras/article/view/132415>. Acesso em: 13 maio. 2025.

EMBRAPA. Superintendência de Estratégia. **Plano Diretor da Embrapa 2024-2030**. Brasília, DF, 2024a. 45 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/1648901/Plano+Diretor+da+Embrapa+2024-2030/0f03fb00-986c-17a2-d923-280831e73b82>. Acesso em: 13 jun. 2025.

EMBRAPA. **Balanco social 2024**. 28. ed. Brasília, DF, 2025. 69 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1175141/1/Balanco-Social-2024.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2025.

EMBRAPA. **Recupera Rural RS**: Plano para a Recuperação Agroprodutiva Sustentável do Rio Grande do Sul. Brasília, DF, 2024b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/89916591/Plano+de+Recupera+Rural+RS/0f8717b5-2833-2c58-aaf0-15932d380fd9>. Acesso em 13 de jun 2025.

FAO. **Africa sustainable livestock 2050**: technical meeting and regional launch. Addis Ababa, fev. 2017. Report. Disponível em: <https://www.fao.org/3/a-i7222e.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2025.

FAO. Committee on Agriculture. **Scaling up One Health through an integrated approach for food chain crisis management, agrifood systems and ecosystem health**: COAG/2024/10. Rome, 2024b. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/3dd32690-c0e5-4d04-86c3-bc737de5be10/content>. Acesso em: 23 jul. 2025.

FAO. **Food safety in a circular economy**. Rome: FAO, 2024a. (Food Safety and Quality Series, 29). DOI: <http://dx.doi.org/10.4060/cd1789en>.

FAO. **From the ground up**: why soil health is key to One Health solutions. Rome: FAO, 2023a. Disponível em: <https://www.fao.org/one-health/highlights/from-the-ground-up-why-soil-health-is-key-to-one-health-solutions/en>. Acesso em: 22 maio 2025.

FAO; ITPS; GSBI; SCBD; EC. 2020. **State of knowledge of soil biodiversity**: status, challenges and potentialities, Summary for policymakers. Rome: Italy: FAO, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cb1929en>. Acesso em: 22 maio 2025.

FAO. One Health. **Gender and One Health**. Disponível em: <https://www.fao.org/one-health/areas-of-work/gender-and-one-health/en>. Acesso em: 15 ago. 2025.

FAO. **The state of food security and nutrition in the world 2023**: urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum. Rome: FAO; IFAD; WFP; Geneva: UNICEF; WHO, 2023b. DOI: <http://dx.doi.org/10.4060/cc3017en.2022>

FAO. **The state of the world's land and water resources for food and agriculture**: systems at breaking point. Main report. Rome, 2022a. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.4060/cb9910en> <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/06e745be-89a5-4850-b819-10670efc1160/content>. Acesso em: 18 jul. 2025.

FENG, J.; GUO, Z.; AI, L.; LIU, J.; ZHANG, X.; CAO, C.; XU, J.; XIA, S.; ZHOU, X-N.; CHEN, J.; LI, S. Establishment of an indicator framework for global One Health intrinsic drivers index based on the grounded theory and fuzzy analytical hierarchy-entropy weight method. **Infectious Diseases of Poverty**, v. 11, n. 121, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s40249-022-01042-3>.

FERNANDEZ, M. A.; RAINE, K. D. Digital food retail: public health opportunities. **Nutrients**, v. 13, n. 11, 3789, oct. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/nu13113789>.

FOGAÇA, F. H. dos S. **Derramamento de óleo nas praias Brasileiras do NE e seu impacto nos organismos aquáticos**: estudos da bioacumulação, bioacessibilidade e avaliação de risco associado ao consumo do pescado. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2023. Projeto concluído.

FRANCO, J. A.; DA SILVA, A. S.; OLIVEIRA, R. M.; PEREIRA, F. B. Transitioning to sustainable and resilient agro-food systems: policies, governance, and consumer demands. **Sustainability**, v. 14, n. 15, 9543, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/su14159543>.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Centro de Informação em Saúde Silvestre. **Sistema de informação em saúde silvestre**: SISS-Geo. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.biodiversidade.ciss.fiocruz.br/>. Acesso em: 15 out. 2023.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde. **Sistema nacional de informações tóxico-farmacológicas**: SINITOX. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <https://sinitox.icict.fiocruz.br/>. Acesso em: 5 out. 2023.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Instituto de Tecnologia em Fármacos. **Coleção botânica de plantas medicinais**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <http://cbpm.fiocruz.br/index?ethnobotany>. Acesso em: 14 out. 2023.

GIRBAL, M.; STRAWN, L. K.; MURPHY, C. M.; BARDSLEY, C. A.; SCHAFFNER, D. W. Com base models are valid for predicting fate of listeria monocytogenes on 10 whole intact raw fruits and vegetables. **Journal of Food Protection**, v. 84, n. 4, p. 597-610, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.4315/JFP-20-327>.

GLASER, B. G. The constant comparative method of qualitative analysis. **Social Problems**, v. 12, n. 4, p. 436-445, 1965.

GLOBAL economic prospects. Washington, DC: International Bank for Reconstruction and Development, jun. 2020. 238 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1596/978-1-4648-1553-9>.

GLOBAL HARMONIZATION INITIATIVE. Vienna, 2023. Disponível em: <https://www.globalharmonization.net>. Acesso em: 29 dez. 2023.

GLOBAL LANDSCAPES FORUM. **GLF Climate**: forests, food, finance: frontiers of change. Glasgow, 2021. Disponível em: <https://events.globallandscapesforum.org/climate-2021/>. Acesso em: 15 ago. 2025.

GLOBAL plan of action on One Health: towards a more comprehensive One Health, approach to global health threats at the human-animal-environment. Rome: FAO; [Nairobi]: UNEP; [Geneva]: WHO; [Paris]: WOA, 2022a. 86 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.4060/cc2289en>.

GONÇALVES, S. M.; MELO, N. R. de; SILVA, J. P. da; CHÁVEZ, D. W.; GOUVEIA, F. S.; ROSENTHAL, A. Antimicrobial packaging and high hydrostatic pressure: combined effect in improving the safety of coalho cheese. **Food Science and Technology International**, v. 27, n. 4, p. 301-312, sept. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1082013220953238>.

GONZALES-BARRON, U.; CAMPAGNOLLO, F. B.; SCHAFFNER, D. W.; SANT'ANA, A. S.; CADAVEZ, V. A. P. Behavior of *Listeria monocytogenes* in the presence or not of intentionally-added lactic acid bacteria during ripening of artisanal Minas semi-hard cheese. **Food Microbiology**, v. 91, p. 103545, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2020.103545>.

GU, S.; CHEN, F.-M.; ZHANG, C.-S.; ZHOU, Y.-B.; LI, T.-Y.; QIANG, N.; ZHANG, X.-X.; LIU, J.-S.; WANG, S.-X.; YANG, X.-C.; GUO, X.; HU, Q.-Q.; DENG, X.-B.; HAN, L.-F. Assessing food security performance from the One Health concept: an evaluation tool based on the Global One Health Index. **Infectious Diseases of Poverty**, v. 12, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s40249-023-01135-7>.

HAU, E. E. R.; SLY, P. D.; MIKKELSEN, D.; TANEJA, N.; PENJOR, K.; RYU, S.; DONNER, E.; MOLLINGER, J.; FERREIRA, J. P.; SCHIPP, M.; MAGALHÃES, R. J. S. Design characteristics of integrated surveillance of antimicrobial resistance at the human, animal, and environment interfaces. **CABI Reviews**, v. 19, n. 1, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1079/cabireviews.2024.0047>.

HAYMAN, D. T. S.; ADISASMITO, W.; ALMUHAIRI, S. S.; BEHRAVESH, C. B.; BILIVOGUI, P.; BUKACHI, S. A.; CASAS, N.; CEDIEL BECERRA, N. M.; CHARRON, D. F.; CHAUDHARY, A.; CIACCI ZANELLA, J. R.; CUNNINGHAM, A. A.; DAR, O.; DEBNATH, N. C.; DUNGU, B.; FARAG, E.; GAO, G. F.; KHAITSA, M. L.; MACHALABA, C.; KOOPMANS, M. Developing One Health surveillance systems. **One Health**, v. 17, 100617, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.onehlt.2023.100617>.

HERNÁNDEZ-BLANCO, M.; COSTANZA, R.; RAN, H.; CHEN, D.; DE GROOT, D.; JARVIS, I.; KUBISZEWSKI, J.; MONTOYA, K. K.; SANGHA, N.; STOECKL, R.; TURNER, V. Ecosystem health, ecosystem services, and the well-being of humans and the rest of nature. **Global Change Biology**, v. 28, n. 17, p. 5027–5040, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.16281>.

HLPE. **Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition**. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome, 2019. 163 p. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ff385e60-0693-40fe-9a6b-79bbef05202c/content>. Acesso em: 23 jul. 2025.

HLPE. **Sustainable forestry and food security and nutrition**. A report by the high level panel of experts on food security and nutrition of Committee World Food Security. Rome, 2017. 136 p. (HLPE Report 17395 SEN/1.06.17).

HOFF, R. Avaliação do relevo e identificação de áreas de risco geológico e impactadas pela catástrofe climática em 2024. In: SANTOS, H. P. dos; PROTAS, J. F. da S.; LAZZAROTTO, J. J. (ed.). **Diagnóstico e proposições para mitigar riscos de chuvas extremas na Serra Gaúcha**. Embrapa, 2025. Cap 2. p. 23-40. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1175246/diagnostico-e-proposicoes-para-mitigar-riscos-de-chuvas-extremas-na-serra-gaucha>. Acesso em: 16 jul. 2025.

HOFFMANN, C.; LÁZARO, M.; DÍAZ, F.; SILVA, R. Integrating plant health and One Health approaches to enhance food security and minimize unintended impacts on human and environmental health. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 6, article 847364, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fsufs.2022.847364>.

HORTA, P. Pandemias e sociedade: uma leitura sobre os impactos da COVID-19 na era global. **Revista Estudos Avançados**, v. 35, n. 101, p. 133-148, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.4060/cb1929en>

HUANG, C-Y.; SU, S-B.; CHEN, K-T. Surveillance strategies for SARS-CoV-2 infections through a One Health approach. **Heliyon**, v. 10, n. 17, e37128, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37128>.

IBAMA. **Sistema de informação de manejo de fauna**: SIMAF. Disponível em: <https://simaf.ibama.gov.br>. Acesso em: 14 out. 2023.

IBGE. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9827-censo-agropecuario.html>. Acesso em: 10 jul. 2025.

IBGE. **Censo demográfico**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 24 out. 2023.

IBGE. Estatísticas. Econômicas. Agricultura, pecuária e outros. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html>. Acesso em: 12 ago. 2025.

IBGE. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios**: volume Brasil. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9127-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios.html>. Acesso em: 24 out. 2023.

IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática**: pesquisa de orçamentos familiares: 2017-2018: POF tabelas. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pof/tabelas>. Acesso em: 5 out. 2023.

INOVALEITE. Viçosa, MG, 2025. Disponível em: <https://www.inovaleite.com/inovaleite>. Acesso em: 6 ago. 2025.

INPE. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Previsão numérica. São José dos Campos, 2023. Disponível em: <https://previsaonumerica.cptec.inpe.br>. Acesso em: 10 jul. 2023.

INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. Centro Nacional de Conservação da Flora. **Painel de dados do Centro Nacional de Conservação da Flora**. Rio de Janeiro, 2023f. Disponível em: <https://cncflora.jbrj.gov.br/cncflora>. Acesso em: 14 out. 2023.

IPEA. **Saúde Única e políticas públicas para biomas brasileiros**. Brasília: IPEA, 2023. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br>. Acesso em: 3 jun. 2025.

JATO-ESPINO, D.; CAPRA-RIBEIRO, F.; MOSCARDÓ, V.; BARTOLOMÉ DEL PINO, L.; MAYOR-VITORIA, F.; GALLARDO, L.; CARRACEDO, P.; DIETRICH, K. A systematic review on the ecosystem services provided

by green infrastructure. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 86, 127998, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127998>.

JONES, K. E.; PATEL, N. G.; LEVY, M. A.; STOREYGARD, A.; BALK, D.; GITTLEMAN, J. L.; DASZAK, P. Global trends in emerging infectious diseases. **Nature**, v. 451, p. 990–993, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/nature06536>.

JUSTUS, O.; SALIBI, G.; TZENIOS, N. Surveillance as a foundation for Disease prevention and control. Cambridge University, 5 jan. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.33774/coe-2023-7rbq9>.

KANASHIRO, M.; CELENTANO, D. AKAMA, A., PINTO, A.; VASCONCELOS, L. R.; FERRONATO, M. L. **Saúde Única**: o papel da restauração florestal para garantir a saúde humana, animal e ambiental. Belém: Aliança pela restauração da Amazônia, 2023. 21 p. Disponível em: https://aliancaamazonia.org.br/wp-content/uploads/2023/06/SAUDE-UNICA-ALIANCA-AMAZONIA_alterado.pdf. Acesso em: 17 jul. 2025.

KANASHIRO, M. The future is now. **ITTO Tropical Forest Update**, v. 29, n. 4, p. 12-13, 2020. Disponível em: https://www.itto.int/direct/topics/topics_pdf_download/topics_id=6644&no=1&disp=inline#page=12. Acesso em: 17 jul. 2023.

KICH, J. D.; REICHEN, C.; SURIAN, C. R. de S. Dispersão de patógenos e resistência antimicrobiana em áreas adubadas com dejetos de suínos. In: NICOLOSO, R. da S.; LOURENZI, C. R.; BRUNETTO, G. (ed.). **Gestão dos resíduos da produção animal**: reciclagem como fertilizante e impacto ambiental. Brasília, DF: Embrapa: Concórdia: Sbera, 2024. v. 2. p. 91-121.

KREMER, R. J. The role of beneficial insects and microbial agents in sustainable crop production and climate change adaptation. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 11, n. 1, 23, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/jipm/pmz041>.

KULKARNI, S. One Health implications of agrochemicals and their eco-benign substitutes. In: OGWU, M. C.; CHIBUEZE IZAH, S. (ed.) **One Health implications of agrochemicals and their sustainable alternatives**. Springer, Singapore: Springer, 2023.(Sustainable Development and Biodiversity, 34). DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-981-99-3439-3_6.

LEVI, M.; COUTO, M.; OLIVEIRA, M. Uma Só Saúde: a importância da interconexão entre saúde humana, animal e ambiental. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, n. 7, p. 2753-2762, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232021267.03602021>.

LIBERATI, A.; ALTMAN, D. G.; TETZLAFF, J.; MULROW, C.; GÖTZSCHE, P. C.; IOANNIDIS, J. P.; MOHER, D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 62, n. 10, p. e1-e34, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006>.

LIBERDA, E.; SLY, T. S. **Assessment and communication of risk**: a pocket text for health and safety professionals. Cham: Springer, 2023. 250 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-28905-7>.

LIMA, M. A.; ROSENTHAL, A. High pressure homogenization applied to fruit juices: effects on microbial inactivation and on maintenance of bioactive components. **Food Science and Technology International**, v. 5, 10820132221124196, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/10820132221124196>.

LIU, S.; SHI, J.; WANG, J.; DAI, Y.; LI H, LI, J.; LIU, X.; CHEN, X.; WANG, Z.; ZHANG, P. Interactions between microplastics and heavy metals in aquatic environments: a review. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, 652520, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2021.652520>.

LOOFT, T.; JOHNSON, T. A.; ALLEN, H. K.; BAYLES, D. O.; ALT, D. P.; STEDTFELD, R. D.; CHAI, B.; COLE, J. R.; HASHSHAM, S. A.; TIEDJE, J. M.; STANTON, T. B. In-feed antibiotic effects on the swine intestinal microbiome. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 109, n. 5, p. 1691–1696, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1120238109>.

MACÁRIO, C. G. N.; CIARAMELLO, M. A.; PIO, L. A. S.; TEIXEIRA, L. A. J.; LEITE, D. L. B.; TELES, T. S.; BOLFE, E. L. Geotechnologies in digital agriculture. In: BOLFE, E. L.; TELLES, T. S.; LEITE, D. L. B. (ed.). **Digital agriculture: research, development and innovation in production chains**. Cham: Springer, 2023. p. 81-101.

MACHALABA, C.; ADISASMITO, W. B.; ALMUHAIRI, S.; BEHRAVESH, C. B.; BILIVOGUI, P.; BUKACHI, S. A.; CASAS, N.; BECERRA, N. C.; CHARRON, D. F.; CHAUDHARY, A.; ZANELLA, J. R. C.; CUNNINGHAM, A. A.; DAR, O.; DEBNATH, N.; DUNGU, B.; FARAG, E.; GAO, G. F.; HAYMAN, D. T. S.; KHAITSA, M.; KOOPMANS, M. P. G.; MACKENZIE, J. S.; MARKOTTER, W.; METTENLEITER, T.; MORAND, S.; VYACHESLAV SMOLENSKIY, V.; ZHOU, L. One health action for health security and equity. **The Lancet**, v. 401, n. 10376, p. 530-533, feb. 2023.

MAPBIOMAS. **MapBiomias Brasil**. 2023. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org>. Acesso em: 14 out. 2023.

MARTHA JÚNIOR, G. B. Forças motrizes para a agropecuária brasileira na próxima década: implicações para a agricultura digital. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; OLIVEIRA, S. R. de M.; MEIRA, C. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. (ed.). **Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. cap. 15, p. 358-379.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; EVANGELISTA, S. R. M. A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; OLIVEIRA, S. R. de M.; MEIRA, C. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. (Ed.). **Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. cap. 1, p. 20-45.

MATHIEU, A.; MARTIN-GUAY, M. C.; RIVEST, D. Enhancement of agroecosystem multifunctionality by agroforestry: a global quantitative summary. **Global Change Biology**, v. 31, e70234, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.70234>.

MATUS, P.; URQUIDI, C.; CÁRCAMO, M.; VIDAL, V. Integrating the exposome and one health approach to national health surveillance: an opportunity for Latin American countries in health preventive management. **Frontiers in Public Health**, v. 12, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2024.1376609>.

MCEWEN A. S.; COLLIGNON P. J. Antimicrobial resistance: a One Health perspective. **Microbiology Spectrum**, v. 6, n. 2, p. 1-26, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1128/microbiolspec.arba-0009-2017>.

MCKELLAR, R. C.; LU, X. (ed.). **Modeling microbial responses in food**. Boca raton: CRC Press, 2019. 360 p.

MELOTTO, M.; BRANDL, M. T.; JACOB, C.; JAY-RUSSELL, M. T.; MICALLEF, A. S.; WARBURTON, M. L.; VAN DEYNZE, A. Breeding Crops for Enhanced Food Safety. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, n. 428, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2020.00428>.

MESFIN, Y. M.; MITIKU, B. A.; TAMRAT ADMASU, H. Veterinary drug residues in food products of animal origin and their public health consequences: A review. **Veterinary Medicine and Science**, v. 10, n. 6, e70049, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/vms3.70049>.

MILHEIRAS, S. F.; SILVA, A. R.; COSTA, L. M. Sustainable agricultural systems: soil quality maintenance and biodiversity conservation for climate resilience. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 330, 107907, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2022.107907>.

MOHER, D.; SHAMSEER, L.; CLARKE, M.; GHERSI, D.; LIBERATI, A.; PETTICREW, M.; STEWART, L. A. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic reviews**, v. 4, n. 1, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>.

MORIN, E. **A via para o futuro da humanidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

MURRAY, T.; COPE, S. Food for thought 2025. **U.S. Pirg Education Fund**, 13 fev. 2025. Disponível em: <https://pirg.org/edfund/resources/food-for-thought-2025/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

NIEDBAŁA, G.; KUJAWA, S.; PIEKUTOWSKA, M.; WOJCIECHOWSKI, T. Exploring digital innovations in agriculture: a pathway to sustainable food production and resource management. **Agriculture**, v. 14, n. 9, p. 1630, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture14091630>.

NZIETCHUENG, S.; KITUA, A.; NYATANYI, T.; RWEGO, I. B. Facilitating implementation of the one health approach: a definition of a one health intervention. **One Health**, v. 16, n. 100391, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.onehlt.2023.100491>.

OIE. Organização Mundial de Saúde Animal. **Código terrestre**: capítulo sobre bem-estar animal. Paris: OIE, 2021.

OJEYINKA, O. T.; OMAGHOMI, T. T. Integrative strategies for zoonotic disease surveillance: a review of one health implementation in the United States. **World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences**, v. 17, n. 3, p. 75-86, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.30574/wjbphs.2024.17.3.0124>.

OLIVEIRA, T. S. de; COSTA, A. M. M.; CABRAL, L. M. C.; FREITAS-SILVA, O.; ROSENTHAL, A.; TONON, R. V. Anthracnose controlled by essential oils: are nanoemulsion-based films and coating a viable and efficient technology for tropical fruit preservation? **Foods**, v. 12, n. 2, 269, Jan. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/foods12020279>

OLIVEIRA, J. A.; D'ESQUIVEL, M. L.; FÉLIX, G. F.; FÉLIX, I. C. S.; CABRAL, M. L. da C.; FERRAZ, D.; MAXAKALI, M.; PATAXÓ, T.; XAKRIABÁ, M.; BASTOS, A. L.; CARVALHO, M. P. N. de; SOARES, D. F. de M.; OLIVEIRA, C. S. F. de. Educação transdisciplinar para a promoção de saúde única em territórios indígenas. **Revista Clínica Veterinária**, 23 mar. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Carta de Ottawa para a Promoção da Saúde**. Ottawa: OMS, 1986. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/documentos/carta-ottawa-promocao-saude>. Acesso em: 3 jun. 2025.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Indicadores de saúde**: elementos conceituais e práticos. Washington, D. C., 2018. 84 p. Disponível em: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/49057/9789275720059_por.pdf?sequence=5&isAllowed=y. Acesso em: 14 out. 2023.

PETTAN-BREWER, C.; MARTINS, A. F.; ABREU, D. P. B.; BARBOSA, D. S.; FIGUEROA, D. P.; BECERRA, N. C.; KAHN, L. H.; BRANDESPIM, D. F.; VELASQUEZ, J. C. C.; CARVALHO, A. A. B.; TAKAYANAGUI, A. M.; GALHARDO, J. A.; MAIA-FILHO, L. F. A.; PIMPAO, C. T.; VICENTE, C. R.; BIONDO, A. W. From the Approach to the Concept: 'One Health in Latin America - experiences and perspectives in Brazil, Chile, and Colombia. **Frontiers in Public Health**, v. 9, p. 687110, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2021.687110>.

PIERACCI, E. G.; HALL, A. J.; GHARPURE, R.; HAILE, A.; WALELIGN, E.; DERESSA, A; BAHIRU, G.; KIBEBE, M.; WALKE, H.; BELAY, E. Prioritizing zoonotic diseases in Ethiopia using a one health approach. **One Health**, v. 2, p. 131-135, Dec. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.onehlt.2016.09.001>.

PIERI, E. Media framing and the threat of global pandemics: the ebola crisis in UK media and policy response. **Sociological Research Online**, v. 24, n. 1, p. 73-92, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1360780418811966>.

PIRES, M. M.; GALETTI, M. Beyond the 'empty forest': the defaunation syndromes of Neotropical forests in the Anthropocene. **Global Ecology and Conservation**, v. 41, e02362, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235198942200364X>. Acesso em: 17 jul. 2023.

PÖRTNER, H-O.; ROBERTS, D. C.; TIGNOR, M. M. B.; POLOCZANSKA, K.; MINTENBECK, A.; ALEGRÍA, M.; CRAIG, S.; LANGSDORF, S.; LÖSCHKE, V.; MÖLLER, A.; OKEM, B. RAMA (ed.). **Climate change 2022: impacts, adaptation, and vulnerability**. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. 3056 p. (Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change). DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/9781009325844>.

QATTAN, R. A.; ALMALKI, F. A.; AL-KUWARI, S.; EL-SOKKARY, R. H. Developing One Health surveillance systems. **Heliyon**, v. 10, n. 3, e7352, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e7352>.

QUADRIPARTITE. **Technical brief: one health tools inventory and gap analysis**. Geneva: Quadripartite Collaboration on One Health, 2022.

QUINTO, E. J.; MARÍN, J. M.; CARO, I.; MATEO, J.; SCHAFFNER, D. W. Modelling growth and decline in a two-species model system: pathogenic *Escherichia coli* O157:H7 and Psychrotrophic Spoilage Bacteria In Milk. **Foods**, v. 9, n. 3, p. 331, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/foods9030331>.

RABINOWITZ, P. M.; CONTI, L. Links among human health, animal health, and ecosystem health. **Annual Review of Public Health**, v. 34, p. 189–204, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031912-114426>.

RIST C. L.; ARRIOLA, C. S.; RUBIN, C. Prioritizing Zoonoses: a proposed One Health tool for collaborative decision-making. **PLOS One**, v. 9, n.10, e109986, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0109986>.

RIZZO, D. M.; LICHTVELD, M.; MAZET, J. A.; TOGAMI, E.; MILLER, S. A. Plant health and its effects on food safety and security in a One Health framework: four case studies. **One health outlook**, v. 3, n. 1, 6, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s42522-021-00038-7>.

ROSENTHAL, A.; GUEDES, A. M. M.; SANTOS, K. M. O. dos; DELIZA, R. Healthy food innovation in sustainable food system 4.0: integration of entrepreneurship, research, and education. **Current Opinion in Food Science**, v. 42, p. 215-223, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cofs.2021.07.002>.

SALMONA, Y.; MATRICARDI, E.; SKOLE, D.; SILVA, J.; COELHO FILHO, O. de A.; PEDLOWSKI, M.; SAMPAIO, J.; CASTRILLÓN, L.; BRANDÃO, R.; SILVA, A. da; SOUZA, S. A worrying future for river flows in the brazilian cerrado provoked by land use and climate changes. **Sustainability**, v. 15, n. 5, 4251, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/su15054251>.

SAFEGUARDING animal, human and ecosystem health: one health at the World Bank. Washington, DC: World Bank Group, 2021. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/brief/safeguarding-animal-human-and-ecosystem-health-one-health-at-the-world-bank>. Acesso em: 6 ago. 2025.

SCARPA, F.; CASU, M. Genomics and Bioinformatics in One Health: Transdisciplinary Approaches for Health Promotion and Disease Prevention. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 21, n. 10, 1337, 2024. <https://doi.org/10.3390/ijerph21101337>.

SCHWABE, C. W. **Veterinary medicine and human health**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1964.

SILVA, A. F. Práticas agroecológicas para enfrentar riscos na agropecuária do Semiárido brasileiro. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; FREITAS, C. M. De; LOPES, E. S. S.; CASTRO, G. R. B.; BARBOSA, H. A.; LONDE, L. R.; MAGNONI, M. Da G. M.; SILVA, R. S.; TEIXEIRA, T.; FIGUEIREDO, W. Dos. S. (org.). Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano. 2. ed. São Paulo: CPS, 2020. p. 200-222. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1153790/1/Praticas-agroecologicas-para-enfrentar-riscos-na-agropecuaria-do-Semiario-brasileiro-2020.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2025.

SILVA, A. F.; SILVA, M. C. B. C. Agricultura no Nordeste semiárido e os resíduos orgânicos aproveitáveis. **Revista Equador**, v. 5, n. 2, p. 102-119, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/4420>. Acesso em 17 jul. 2025.

SIMONIN, Y. Emerging diseases/viruses prevention, control, surveillance, and One Health. **Tropical Medicine and Infectious Disease**, v. 8, n. 5, 257, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/tropicalmed8050257>.

SOUBEYRAND, S.; ESTOUP, A.; CRUAUD, A.; MALEMBIC-MAHER, S.; MEYNARD, C. N.; RAVIGNÉ, V.; LE BARBIER, M.; BARRÈS, B.; BERTHIER, K.; BOITARD, S.; DALLOT, S.; GABA, S.; GROSDIDIER, M.; HANNACHI, M.; JACQUES, M.; LECLERC, M.; LUCAS, P.; MARTINETTI, D.; MOUGEL, C.; MORRIS, C. E. Building integrated plant health surveillance: a proactive research agenda for anticipating and mitigating disease and pest emergence. **CABI Agriculture and Bioscience**, v. 5, n. 1, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s43170-024-00273-8>.

SPECIESLINK. Disponível em: <https://specieslink.net>. Acesso em: 14 out. 2023.

STEEL, J. H. The history of veterinary public health. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 53, n. 4, p. 453-468, 1976.

STOECKL, N.; JARVIS, D.; LARSON, S.; LARSON, A.; GRAINGER, D. Australian indigenous insights into ecosystem services: beyond services towards connectedness—people, place and time. **EcosystemServices**, 50, 101341, 2021.

SULIEMAN, R.; ANYANWU, L. N.; CÁRDENAS, V.; MOUSSIF, M.; OKEREKE, E.; OYEBANJI, O. International legal issues of national sovereignty and authority impacting global health security. In: MCNABB, S. J. N.; SHAIKH, A. T.; HALEY, C. J. (ed.) **Modernizing global health security to prevent, detect, and respond**. London: Elsevier, 2024. P. 71-85. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-323-90945-7.00015-4>.

SURETTE, M. D.; WRIGTH, G. D. Lessons from the Environmental Antibiotic Resistome. **Annual Review of Microbiology**, v. 71, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-micro-090816-093420>.

SWINBURN, B. A.; KRAAK, V. I.; ALLENDER, S.; ATKINS, V. J.; BAKER, P. I.; BOGARD, J. R.; BRINDEN, H.; CALVILLO, A.; DE SCHUTTER, O.; DEVARAJAN, R.; EZZATI, M.; FRIEL, S.; GOENKA, S.; HAMMOND, R. A.; HASTINGS, G.; HAWKES, C.; HERRERO, M.; HOVMAND, O. S.; HOWDEN, M.; JAACKS, L. M.; KAPETANAKI, A. B.; KASMAN, M.; KUHNLEIN, H. V.; KUMANYIKA, S. K.; LARIJANI, B.; LOBSTEIN, T.; LONG, M. W.; MATSUDO, V. K. R.; MILLS, S. D. H.; MORGAN, G.; MORSHED, A.; NECE, P. M.; PAN, A.; PATTERSON, D. W.; SACKS, G.; SHEKAR, M.; SIMMONS, G. L.; SMIT, W.; TOOTEE, A.; VANDEVIJVERE, S.; WATERLANDER, W. E.; WOLFENDEN, L.; DIETZ, W. H. The global syndemic of obesity, undernutrition, and climate change: the Lancet Commission report. **The Lancet**, v. 393, 10173, p. 791-846. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32822-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32822-8).

TEPA-YOTTO, G. T.; TONNANG, H. E. Z.; YEBOAH, S.; OSAE, M. Y.; GARIBA, A. A.; DALAA, M. A.; ADOMAA, F. O.; DAMBA, O. T.; KYERE, R.; MOUTOUAMA, F. T.; AGBOTON, C.; WINSOU, J. K.; TAMÒ, M.; ZOUGMORE, R. Implementation outline of climate-smart one health: a system-thinking approach. **Sustainability**, v.16, n. 15, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/su16156652>.

TIAN, Q. In the age of pandemics, connecting food systems and health: a global one health approach. In: VON BRAUN, J.; AFSANA, K.; FRESCO, L.O.; HASSAN, M. H. A. (ed.) **Science and innovations for food systems transformation**. Cham: Springer, 2023. p. 869–875. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-15703-5_46.

TRIPARTITE and UNEP support OHHLEP-S definition of “One Health”: joint tripartite (FAO, OIE, WHO) and UNEP statement. Geneva: WHO, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/news/item/01-12-2021-tripartite-and-unep-support-ohhlep-s-definition-of-one-health>. Acesso em: 27 set. 2023.

TURNER, B. L.; SABLOFF, J. A. Classic Period collapse of the Central Maya Lowlands: Insights about human–environment relationships for sustainability. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 35, p. 13908-13914, 2012.

TAYLOR, L. H.; LATHAM, S. M.; WOOLHOUSE, M. E. Risk factors for human disease emergence. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 356, 1411, p. 983-989, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2001.0888>.

UGA, E.; SAPUPPO, A. One Health, global health and child wellbeing: an integrated approach. **Salute e Società**, v. 23, n. 3, p. 54–67, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.3280/ses2024-003004>.

UNEP. **Zoonoses**: blurred lines of emergent disease and ecosystem health. (UNEP Frontiers 2016 Report). Disponível em: https://wesr.unep.org/media/docs/early_warning/zoonoses.pdf?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 18 jul. 2025.

VALLEJO-RAMOS, M.; LÓPEZ-MATA, E.; TOLEDO, V. M. Traditional ecological knowledge and agroecology: sustaining biodiversity and agricultural practices in agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 90, n. 3, p. 479-490, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-015-9851-7>.

VEGA, E. Community involvement and participatory management in agroforestry systems: enhancing socioecological resilience. **Agroforestry Systems**, v. 90, n. 5, p. 825–837, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10457-015-9865-1>.

WANG, Y.; CHANG, Q.; FAN, P.; SHI, X. From urban greenspace to health behaviors: an ecosystem services-mediated perspective. **Environmental Research**, 213, 113664, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2022.113664>.

WEISS, R. A.; SANKARAN, N. Emergence of epidemic diseases: zoonoses and other origins. **Faculty Reviews**, v. 11, n. 2, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.12703/r/11-2>.

WEZEL, A.; BELLON, S.; DORÉ, T.; FRANCIS, C.; VALLOD, D.; DAVID, C. Agroecology as a science, a movement and a practice: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 29, n. 4, p. 503–515, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/agro/2009004>.

WHO. **Constitution of the World Health Organization**. Geneva: WHO, 1946. Disponível em: <https://www.who.int/about/governance/constitution>. Acesso em: 3 jun. 2025.

WHO. **Global health estimates**: life expectancy and healthy life expectancy. 2023. Disponível em: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates/ghe-life-expectancy-and-healthy-life-expectancy>. Acesso em: 25 out. 2023.

WHO. Pandemic prevention, preparedness and response accord. Geneva: WHO, 2022a. Disponível em: <https://www.who.int>. Acesso em: 3 jun. 2025.

WHO. Prioritizing diseases for research and development in emergency contexts. Em: WHO R&D Blueprint for epidemics. Geneva: WHO, 2018. Disponível em: <https://www.who.int/activities/prioritizing-diseases-for-research-and-development-in-emergency-contexts/prioritizing-diseases-for-research-and-development-in-emergency-contexts>. Acesso em: 15 ago. 2025.

WHO. Review of IPCC Evidence 2022: Climate Change, Health and Well-being. Geneva: WHO, 2022b. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/review-of-ipcc-evidence-2022--climate-change--health--and--well-being/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

WHO. **Targeting research on diseases of greatest epidemic and pandemic threat:** pathogens prioritization: a scientific framework for epidemic and pandemic research preparedness. Geneva: WHO, jul. 2024. Disponível em: <https://www.who.int/teams/blueprint/who-r-and-d-blueprint-for-epidemics>. Acesso em: 15 ago. 2025.

WHO. WHO Director-General's speech at COP27 - Climate change and health. 2022c. Disponível em: <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-speech-at-cop27---climate-change-and-health>. Acesso em: 3 jun. 2025.

WHO. **WHO estimates of the global burden of foodborne diseases:** foodborne disease burden epidemiology reference group 2007- 2015. Geneva, 2015. 265 p. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565165>. Acesso em: 28 set. 2023.

WHO. FAO. **Working principles for risk analysis for food safety for application by governments.** Rome, 2007. 41 p. Disponível em: <https://www.fao.org/3/a1550t/a1550t.pdf>. Acesso em: 30 set. 2023.

WHO; FAO; UNEP; WOA. **Quadripartite One Health Joint Plan of Action (2022–2026).** Geneva: WHO, 2022.

WINCK, G. R.; RAIMUNDO, R. L. L. G.; FERNANDES-FERREIRA, H.; BUENO, M. G.; D'ANDREA, P. S.; ROCHA, F. L.; CRUZ, G. L. T.; VILAR, E. M.; BRANDÃO, M.; CORDEIRO, J. L. P.; ANDREAZZI, C. S. Socioecological vulnerability and the risk of zoonotic disease emergence in Brazil. **Science Advances**, v. 8, n. 26, eabo5774, 2022. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abo5774>.

WOODWARD, G.; PERKINS, D. M.; BROWN, L. E. Climate change and freshwater ecosystems: impacts across multiple levels of biological organization. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 365, n. 1549, p. 2093–2106, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2880135/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

WORLDOMETERS. Disponível em: <https://www.worldometers.info>. Acesso em: 22 jul. 2025.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **World Animal Health Information System:** WAHIS Portal: Animal Health Data. Disponível em: <https://www.woah.org/en/what-we-do/animal-health-and-welfare/disease-data-collection/world-animal-health-information-system/>. Acesso em: 10 jul. 2023.

ZANELLA, J. R. C. Zoonoses emergentes e reemergentes e sua importância para saúde e produção animal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 510-519, maio 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500011>.

ZANELLA, J. R. C.; ZANELLA, G. C. (2023). One health approach for the surveillance of novel swine viral diseases. **Ciência Animal Brasileira**, 24, e-74048. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-6891v24e-74048P>.

ZHANG, X. X.; LIU, J. S.; HAN, L. F. et al. Towards a global One Health index: a potential assessment tool for One Health performance. **Infectious Diseases of Poverty**, v. 11, n. 1, 57, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s40249-022-00979-9>.

ZHAO, H. Q.; FEI, S. W.; YIN, J. X.; LI, Q.; JIANG, T. G.; GUO, Z. Y.; ZHOU, X. N.; KASSEGNE, K.; FENG, J. X. Assessment of performance for a key indicator of One Health: evidence based on One Health index for zoonoses in Sub-Saharan Africa. **Infectious Diseases of Poverty**, v. 11, n. 1, p. 74. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s40249-022-00993-x>.

ZIMMER, K. Desmatamento está causando aumento de doenças infecciosas em humanos. **National Geographic Brazil**, 5 nov. 2020. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2019/12/desmatamento-esta-causando-aumento-de-doencas-infecciosas-em-humanos>. Acesso em: 17 jul. 2025.

ZIZEK, S. A dialética paralisada da pandemia: o simples que é difícil de dizer. **Blog da Boitempo**, 20 jul. 2020. Disponível em: <https://blogdaboitempo.com.br/2020/07/20/zizek-a-dialetica-paralisada-da-pandemia/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

ZHU, Y-G.; JOHNSON, T. A.; SU, J-Q.; QIAO, M.; GUO, G-X.; STEDTFELD, R. D.; HASHSHAM, S. A.; TIEDJE, J. M. Diverse and abundant antibiotic resistance genes in Chinese swine farms. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 110, n. 9, p. 3435-3440, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1222743110>.

Literatura recomendada

AHMAD, M. S. A. Innovative approaches to sustainable agriculture: ensuring food security and environmental health. **Current Research in Agriculture and Farming**, v. 5, n. 1, p. 8-28, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.18782/2582-7146.223>.

AL HARBI, N. M. N.; ALABAAD, A. B.; ALAZWARI, M. A.; ALAQIDI, I. H. K.; ALASMRI, D. A.; ALTURAIKI, A. E.; BOUJBARAH, M. A. H.; ALMUSLIM, F. M.; HAJJOUL, H. A.; ALMUHAMIDH, M. F. H. Critical analysis of healthcare policy, governance, and public health strategies. **Journal of Ecohumanism**, v. 3, n. 8, p. 5149-5159, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.62754/joe.v3i8.5191>.

ALDERS, R. Sustainable, safe and ethical food systems through a One Health lens. **Cambridge Open Engage**, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.33774/coe-2024-833pz>. Acesso em: 17 jul. 2025.

ALI, M. Y.; KAMRAJU, M. Ecosystem services. In: **NATURAL resources and society: understanding the complex relationship between humans and the environment**. Springer, 2023. p. 51-63. (Earth and Environmental Sciences Library). DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-46720-2_4.

ANDRUS, J. K.; AGUILERA, X.; OLIVA, O.; ALDIGHERI, S. Global health security and the International Health Regulations. **BMC Public Health**, v. 10, n. 1, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2458-10-S1-S2>.

ARÁOZ, H. M. **Mineração genealogia do desastre**: o extrativismo na América como origem de modernidade. São Paulo: Elefante, 2020. 324 p.

ARISOY, N. The healing power of ecosystem services and ecotherapy: exploring the synergies between nature's benefits and therapeutic interventions. **Biodiversity Studies**, v. 2, n. 1, p. 29-35, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.56494/bist.2023.14>.

BASHETTI, P.; KURHE, R.; KHANDARE, R.; BANSOD, A.; NAMAPALLE, M.; KSHIRSAGAR, A. V.; AVHAD, C. One health perspective for infectious diseases of animals. **International Journal of Advanced Biochemistry Research**, v. 8, n. 2S, p. 450–456, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i2sf.636>

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Implementação do Plano de Ação Conjunto em Saúde Única (OH JPA): panorama e perspectivas no Brasil**. Brasília, DF: MAPA, 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Saúde Única: diretrizes e estratégias no âmbito da saúde animal**. Brasília, DF: MAPA, 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **Plano de ação em Saúde Única: 2023-2027**. Brasília, DF: MS, 2023.

BROWN, H. One Health Literature (Web of Science). **searchRxiv**, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1079/searchrxiv.2023.00399>.

CHANDRAN, S. Public health policy and governance in India: an overview. **Social Science Research Network**, 22 fev. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.2139/SSRN.2736028>. Acesso em: 15 jul. 2025.

CHIDAWANYIKA, F.; MURIITHI, B.; NIASSE, S.; OCHIENG' OUYA, F.; PITTCHAR, J. O.; KASSIE, M.; KHAN, Z. R. Sustainable intensification of vegetable production using the cereal 'push-pull technology': benefits and one health implications. **Environmental Sustainability**, v. 6, n. 1, p. 25-34, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s42398-023-00260-1>.

COSTA, E. A. M. Panorama internacional do reprocessamento de produtos médicos de uso único. *Revista SOBECC*, v. 21, n. 4, p. 203-209, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5327/Z1414-4425201600040005>.

EL-SAYED, A. Contemporary research in health and life sciences. **Journal of AI-Powered Medical Innovations**, v. 1, n. 1, p. 68–78, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.60087/japmi.vol01.issue01.p78>.

EROL, İ. Zoonoti'k hastalıklarla mücadelede tek sağlık yaklaşımı. In: Şahin, K. (ed.) **Sokak hayvanları: toplumsal sorunlar ve halk sağlığı**. Ankara: TÜBA e-BÜLTEN, 2024. p. 171–187. DOI: <http://dx.doi.org/10.53478/tuba.978-625-6110-02-1.ch12>.

FAO; UNEP; WHO; WOA. **One health joint plan of action (2022–2026): working together for the health of humans, animals, plants and the environment**. Rome, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc2289en>. Acesso em: 6 ago. 2025.

GILLE, F. How can we build public trust by means of effective health policy and governance? In: GILLE, F. **What is public trust in the health system? insights into health data use**. Bristol: Policy Press, 2023. p. 79–87. DOI: <http://dx.doi.org/10.51952/9781447367352.ch008>.

GLOBAL agriculture towards 2050. Rome: FAO, [2009]. (High Level Expert Forum - How to Feed the World in 2050). Disponível em: https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf. Acesso em: 30 set. 2023.

GLOBAL ALLIANCE FOR ONE HEALTH. Why One Health? 2022. Disponível em: <https://www.onehealthglobal.net/why-one-health>. Acesso em: 3 jun. 2025.

HE, Y. Public Health governance policy optimization based on health big data. **Deleted Journal**, v. 5, n. 3, p. 145–148, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.54097/u30h8z3l>.

HUZENKO, M.; KOHOHEHKO, C. И. Sustainable agriculture: impact on public health and sustainable development. **Health Economics and Management Review**, v. 5, n. 2, p. 125–150, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.61093/hem.2024.2-08>.

JAIN, A.; SINGH, R. K.; BHUSHAN, P. Policy and Regulatory Frameworks for Financing Smart Healthcare. In: KUKRETI, M.; SEHAJPAL, S.; TIWARI, R.; SOOD, K. (ed.) **Driving global health and sustainable development goals with smart technology**. Hershey, PA: IGI Global Scientific Publishing, 2025. p. 367-388. DOI: <http://dx.doi.org/10.4018/979-8-3373-0240-9.ch015>.

JENNINGS, V.; BROWNING, M. H. E. M.; RIGOLON, A. Cultural Ecosystem Services Meet Broader Frameworks in Public Health. In: JENNINGS, V.; BROWNING, M. H. E. M.; RIGOLON, A. **Urban green spaces: public health and sustainability in the United States**. Springer, 2019. (Springer Briefs in Geography). p. 31-46. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-10469-6_3.

JESUDASON, T. A One Health priority research agenda for AMR. **The Lancet Microbe**, v. 4, n. 10, e769, 2023. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s2666-5247\(23\)00242-2](http://dx.doi.org/10.1016/s2666-5247(23)00242-2).

KACZMAREK, P.; WISZNIEWSKA, M.; SŁOMKA, S.; WALUSIAK-SKORUPA, J. The One Health concept: a holistic approach to protect human and environmental health – how does it work in Total worker health strategy. **Medycyna Pracy**. Workers' Health and safety, v. 75, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.13075/mp.5893.01561>.

MAGNUSSON, R. Framework legislation for non-communicable diseases: and for the Sustainable Development Goals? **BMJ Global Health**, v. 2, n. 3, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjgh-2017-000385>.

MILLER, F. A.; PATTON, S. J.; DOBROW, M. J.; BERTA, W. Public involvement in health research systems: a governance framework. **Health Research Policy and Systems**, v. 16, n. 1, p. 79, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/S12961-018-0352-7>.

NIETZSCHE, F. W. **Humano, demasiadamente humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005. 315 p.

OGUH, C. E.; OBIWULU, E. N. O.; UMEZINWA, O. J.; AMEH, S. E.; UGWU, C. V.; SHESHI, I. M. Ecosystem and ecological services; need for biodiversity conservation-a critical review. **Asian Journal of Biology**, v. 11, n. 4, p. 1–14, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.9734/AJOB/2021/V11I430146>.

OHHLEP. **One Health theory of change**. 7 Nov. 2022. Technical document. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/one-health-theory-of-change>. Acesso em: 23 jul. 2025.

ONE Health: a healthy future for forests. Roma: FAO, 2024. International Forest Day. Disponível em: <https://www.fao.org/one-health/highlights/healthy-future-for-forests/en#:~:text=One%20Health%20recognizes%20the%20interconnectedness,the%20interface%20of%20these%20domains>. Acesso em: 1 abr. 2024.

PINEO, H. Ecosystem Health. **Healthy Urbanism**, p. 107-140, 12 maio 2022. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-981-16-9647-3_5.

PRASETYANTI, R. Analysis of public health policy in reducing maternal mortality number. **Indonesian Journal of Public Administration**, v. 2, n. 2, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.52447/IJPA.V2I2.596>.

RANI, P. A Multidimensional exploration of the interplay between human health and environmental factors. **Shodh Sari**, v. 3, n. 3, p. 225–237, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.59231/sari7730>.

SINGH, J.; SINGH, B.; SINGH, A. K.; RANI, P. Integrated farming system: a sustainable approach towards modern agriculture. **International Journal of Plant and Soil Science**, v. 36, n. 9, p. 641–649, 2024. DOI: <https://doi.org/10.9734/ijpss/2024/v36i95012>.

SINGH, S. P.; JHA, S. K. One health: a long road ahead. **International Journal of Community Medicine and Public Health**, v. 10, n. 7, p. 2657–2660, 2023. DOI: <https://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20232069>.

VAN DER WALDT, G. Public health governance in Africa. In: VAN DER WALDT, G. (ed.) **Handbook of public management in Africa**. Cheltenham: Edward Elgar, 2023. p. 235-246. DOI: <http://dx.doi.org/10.4337/9781803929392.00027>.

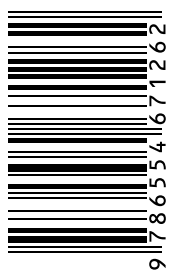
WILSON, K.; BROWNSTEIN, J. S.; FIDLER, D. P. Strengthening the International Health Regulations: lessons from the H1N1 pandemic. **Health Policy and Planning**, v. 25, n. 6, p. 505-509, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/HEAPOL/CZQ026>.

ZINSSTAG, J. One health. In: DARBELLAY, F. (ed.) **Elgar encyclopedia of interdisciplinarity and transdisciplinarity**. Cheltenham: Edward Elgar, 2024. p. 357–361. DOI: <http://dx.doi.org/10.4337/9781035317967.ch78>.

Impressão e acabamento
Gráfica Pallotti



ISBN 978-65-5467-126-2



CGPE 19290