

# VIGILÂNCIA DE ZONÓSES VIRAIS NA AMAZÔNIA

Saúde Única, território e resposta a surtos



Organizadoras:  
Tuane Carolina de Souza Ferreira  
Ana Carolina Candido dos Santos



**Organizadoras**  
**Tuane Carolina de Souza Ferreira**  
**Ana Carolina Candido dos Santos**

# **VIGILÂNCIA DE ZOONOSES VIRAIS NA AMAZÔNIA**

**saúde única, território e resposta a surtos**

**1ª EDIÇÃO**



**SÃO LUÍS - 2026**





**EDITORA NOVUS**

SÃO LUÍS - MA - 2026

 [WWW.EDITORANOVUS.COM.BR](http://WWW.EDITORANOVUS.COM.BR)  [EDITORANOVUS@GMAIL.COM](mailto:EDITORANOVUS@GMAIL.COM)

### **Diagramação e Edição**

Eduardo Mendonça Pinheiro

### **Edição de Arte**

Ana Carolina Candido dos Santos

Eduardo Mendonça Pinheiro

### **Normalização**

José Marcelino Nascimento Veiga Júnior

### **Conteudista**

Autores © 2026

### **Organizadoras**

Tuane Carolina de Souza Ferreira

Ana Carolina Candido dos Santos



© 2026 Copyright – Direitos reservados. A Editora Novus é detentora dos direitos autorais relativos à edição, diagramação e ao projeto gráfico da presente obra. Os autores permanecem titulares dos direitos autorais de seus respectivos textos. Esta publicação está licenciada sob a Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0), permitindo a reprodução, o download e o compartilhamento total ou parcial do conteúdo, desde que a fonte seja devidamente citada, com atribuição obrigatória de autoria, e que a obra seja disponibilizada exclusivamente em Acesso Aberto (Open Access). Não é permitida qualquer forma de alteração, adaptação ou modificação do conteúdo, bem como sua disponibilização em plataformas de acesso restrito ou com finalidade comercial.

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**F383v**

Vigilância de zoonoses virais na Amazônia: saúde única, território e resposta a surtos. / organizadoras: Tuane Carolina de Souza Ferreira, Ana Carolina Candido dos Santos. – São Luís: Editora Novus, 2026.

83 f.: il. color. v.1.

Publicação digital (e-book) no formato PDF

ISBN: 978-65-84364-67-7

DOI: 10.29327/5913337

1. Vigilância de Zoonoses. 2. Doenças virais. 3. Saúde única. 4. Vigilância epidemiológica. 5. Saúde pública. 6. Amazônia. I. Santos, Ana Carolina Candido dos. II. Título.

CDU: 614.4(81)

Elaborado por José Marcelino Nascimento Veiga Júnior – CRB 13/320

## CONSELHO EDITORIAL

Dr<sup>a</sup> Anali Linhares Lima  
M.Sc. Alan Jefferson Lima de Moraes  
Dr. André Leonardo Demaison Medeiros Maia  
Dr<sup>a</sup> Anna Christina Sanazario de Oliveira  
Dr<sup>a</sup> Aurea Maria Barbosa de Sousa  
Dr<sup>a</sup> Camila Pinheiro Nobre  
Dr. Claudio Alves Benassi  
Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
Dr<sup>a</sup> Claudiene Diniz da Silva  
Dr. Diogo Guagliardo Neves  
M.Sc. Eduardo Oliveira Pereira  
Dr<sup>a</sup> Elba Pereira Chaves  
Dr. Elmo de Sena Ferreira Junior  
M.Sc. Érica Mendonça Pinheiro  
Dr. Fabio Antonio da Silva Arruda  
M.Sc. Fernanda Tabita Barroso Zeidan  
Dr. George Alberto da Silva Dias  
Dr<sup>a</sup> Gerbeli de Mattos Salgado Mochel  
Dr<sup>a</sup> Giselle Cutrim de Oliveira Santos  
Dr<sup>a</sup> Herlane de Olinda Vieira Barros  
Dr<sup>a</sup> Ivete Furtado Ribeiro Caldas  
M.Sc. José Carlos Durans Pinheiro  
M.Sc. Josiney Farias de Araújo

M.Sc. Julianno Pizzano Ayoub  
Dr. Leonardo França da Silva  
M.Sc. Lucianna Serfaty de Holanda  
Dr<sup>a</sup> Luciara Bilhalva Corrêa  
Dr<sup>a</sup> Luana Martins Cantanhede  
Dr<sup>a</sup> Maria Raimunda Chagas Silva  
Dr<sup>a</sup> Marina Bezerra Figueiredo  
Dr<sup>a</sup> Michela Costa Batista  
Dr. Moisés dos Santos Rocha  
M.Sc. Ramaiany Carneiro Mesquita  
Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia Silva de Oliveira  
Dr. Saulo José Figueiredo Mendes  
Dr<sup>a</sup> Samantha Ariadne Alves de Freitas  
Dr<sup>a</sup> Sandra Imaculada Moreira Neto  
M.Sc. Shirley Ribeiro Carvalho  
Dr<sup>a</sup> Sinara de Fátima Freire dos Santos  
M.Sc. Tatiana Mendes Bacellar  
Dr<sup>a</sup> Thais Roseli Corrêa  
Dr<sup>a</sup> Thalita Karolline de Queiroz Pereira  
M.Sc. Victor Crespo de Oliveira  
Dr. Wellinton de Assunção  
Dr. William de Jesus Ericeira Mochel Filho

Acesse [www.editoranovus.com.br/corpo-editorial-2/](http://www.editoranovus.com.br/corpo-editorial-2/) para conhecer os membros do Corpo Editorial

### **Parecer editorial e avaliação por pares**

Os trabalhos que integram esta obra foram submetidos à apreciação do Conselho Editorial da Editora Novus e avaliados por pareceristas externos, por meio do sistema de revisão por pares (peer review), tendo sido considerados aptos para publicação.

**Nota editorial:** Trata-se de uma produção de caráter independente, na qual os direitos autorais permanecem sob a titularidade de seus respectivos autores. Eventualmente, alguns textos podem apresentar desdobramentos de pesquisas, comunicações ou trabalhos acadêmicos previamente apresentados ou defendidos, cabendo aos autores a observância rigorosa das boas práticas acadêmicas, especialmente no que se refere à prevenção do autoplágio. O conteúdo das obras é de responsabilidade exclusiva dos autores, não refletindo, necessariamente, o posicionamento da Editora Novus, dos organizadores, dos revisores ou dos membros do Conselho Editorial.



# PREFÁCIO

A Amazônia constitui um dos mais importantes territórios para a compreensão das relações entre biodiversidade, transformações ambientais e saúde. Sua extraordinária diversidade biológica, associada à presença de numerosos reservatórios, vetores e agentes infecciosos, coloca a região em posição estratégica para a identificação precoce de zoonoses virais emergentes e reemergentes. Ao mesmo tempo, processos como desmatamento, mineração, expansão agrícola, urbanização e mudanças no uso da terra ampliam as interfaces entre seres humanos, animais e ambiente, tornando indispensável uma vigilância capaz de reconhecer e responder rapidamente aos sinais de risco.

É nesse cenário que se insere a presente obra, Vigilância de zoonoses virais na Amazônia, organizada em seis capítulos que percorrem diferentes dimensões da vigilância em saúde. Inicialmente, a Amazônia é apresentada como território sentinela, destacando-se a biodiversidade, os reservatórios naturais, o spillover e as interfaces humano-animal-ambiente. Em seguida, a abordagem de Saúde Única é articulada aos determinantes socioambientais, aos povos e comunidades tradicionais e à emergência das arboviroses.

A obra avança para a discussão da vigilância integrada humano-animal-ambiente, enfatizando a integração de informações epidemiológicas, laboratoriais, genômicas e ambientais, bem como a participação das comunidades e a vigilância sindrômica. Em regiões remotas, são discutidos os desafios do diagnóstico, da coleta, conservação e transporte de amostras, da cadeia do frio e da descentralização das tecnologias diagnósticas. A logística, portanto, é compreendida como elemento essencial para que a informação produzida no território possa efetivamente subsidiar decisões oportunas em saúde pública.

Outro aspecto de grande relevância é a resposta inicial aos surtos, com destaque para as primeiras 72 horas como período decisivo para notificação, investigação epidemiológica, caracterização dos casos, comunicação de risco e implementação de medidas de controle. A obra encerra sua trajetória com aplicações concretas da vigilância em zoonoses, abordando a febre Oropouche, a experiência da COVID-19 na Amazônia, a Mpox e o vírus Nipah como estudo de caso para a preparação diante de agentes emergentes. Mais do que reunir conhecimentos sobre agentes virais e seus ciclos de transmissão, esta publicação reforça que a vigilância de zoonoses na Amazônia depende da integração entre ciência, território, serviços de saúde, comunidades e conservação ambiental. Ao valorizar a perspectiva da Saúde Única e reconhecer a participação dos povos e comunidades locais, a obra contribui para uma compreensão mais ampla e territorializada da segurança sanitária. Trata-se, portanto, de uma leitura relevante para estudantes, pesquisadores, profissionais da saúde e demais atores envolvidos na construção de sistemas de vigilância mais integrados, resilientes e preparados para os desafios das zoonoses emergentes.

*Boa leitura!*

# SUMÁRIO

## Capítulo 1 ..... 8

### AMAZÔNIA COMO TERRITÓRIO SENTINELA PARA ZOONOSSES VIRAIS

*Kisley Patrick de Souza Bernardes*

*Carlos Emanuel Carvalho de Sousa*

*Tuane Carolina de Souza Ferreira*

 **10.29327/5913337.1-1**

## Capítulo 2 ..... 18

### SAÚDE ÚNICA APLICADA E DETERMINANTES SOCIOAMBIENTAIS: POVOS TRADICIONAIS, TRANSFORMAÇÃO TERRITORIAL E EMERGÊNCIA DE ARBO-VIROSES

*Ana Carolina Candido dos Santos*

*Caio Henrique Corrêa Alves*

*Tuane Carolina de Souza Ferreira*

 **10.29327/5913337.1-2**

## Capítulo 3 ..... 25

### VIGILÂNCIA INTEGRADA HUMANO-ANIMAL-AMBIENTE

*João Lucas Francisco de Carvalho Sousa*

*Lorena de Oliveira Tannus*

*Maria Carolina Serrão Almeida de Souza*

*Tuane Carolina de Souza Ferreira*

 **10.29327/5913337.1-3**

## Capítulo 4 ..... 32

### DIAGNÓSTICO E LOGÍSTICA EM REGIÕES REMOTAS

*Caio Henrique Corrêa Alves*

*Kisley Patrick de Souza Bernardes*

*Carlos Emanuel Carvalho de Sousa*

*Tuane Carolina de Souza Ferreira*

 **10.29327/5913337.1-4**

## Capítulo 5 ..... 43

### RESPOSTA INICIAL A SURTOS: O PAPEL DECISIVO DAS PRIMEIRAS 72 HORAS

*Ana Carolina Candido dos Santos*

*Maria Julia Quezado Andrade de Melo*

*Carlos Henrique Xavier Conceição*

*Lorena de Oliveira Tannus*

*Tuane Carolina de Souza Ferreira*

 **10.29327/5913337.1-5**

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| <b>Capítulo 6 .....</b> | <b>50</b> |
|-------------------------|-----------|

## **APLICAÇÃO DE VIGILÂNCIA EM ZOONOSES**

*Maria Julia Quezado Andrade de Melo*

*Carlos Henrique Xavier Conceição*

*Maria Carolina Serrão Almeida de Souza*

*João Lucas Francisco de Carvalho Sousa*

*Tuane Carolina de Souza Ferreira*

 **10.29327/5913337.1-6**





## Capítulo 1

# AMAZÔNIA COMO TERRITÓRIO SENTINELA PARA ZOONOSES VIRAIS

Kisley Patrick de Souza Bernardes  
Carlos Emanuel Carvalho de Sousa  
Tuane Carolina de Souza Ferreira



# 1 INTRODUÇÃO

As zoonoses virais consistem em doenças infecciosas resultantes do transbordamento ou *spillover* de patógenos de populações animais para seres humanos (ELLWANGER; CHIES, 2021). No cenário epidemiológico contemporâneo, a relevância das zoonoses emergentes e reemergentes é amplamente documentada pelo fato de que aproximadamente 75% das novas doenças infecciosas humanas têm origem zoonótica, sendo a maioria proveniente da fauna selvagem (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024). O aumento da interconectividade global entre populações anteriormente isoladas tem permitido que surtos locais evoluam rapidamente para pandemias de proporções globais (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024).

A Amazônia brasileira caracteriza-se como uma região de altíssima biodiversidade, abrigando o maior reservatório de espécies vegetais e animais do planeta (MARTINS *et al.*, 2025). Essa vasta rede biológica suporta a manutenção de centenas de milhões de variantes virais, muitas das quais ainda desconhecidas, compondo o chamado viroma amazônico (MARTINS *et al.*, 2025). A relação entre a biodiversidade e a circulação viral é regida pelo efeito de diluição, no qual ecossistemas preservados reduzem a densidade de hospedeiros reservatórios competentes e, conseqüentemente, a carga de patógenos na fauna (ELLWANGER *et al.*, 2022). No entanto, o equilíbrio milenar dessa região é extremamente frágil e sua perturbação pode desencadear eventos de emergência viral com potencial de escala epidêmica (MARTINS *et al.*, 2025).

Atividades antrópicas como o desmatamento, a construção de rodovias e hidrelétricas, a mineração e a expansão agrícola perturbam profundamente a integridade dos ecossistemas (MARTINS *et al.*, 2025). Tais modificações facilitam o contato direto entre seres humanos e reservatórios ou vetores silvestres, aumentando o risco de transbordamento zoonótico (ELLWANGER *et al.*, 2022). A relevância da Amazônia para a saúde pública nacional e global tem sido amplamente reconhecida na literatura, visto que patógenos emergentes em áreas remotas podem se dispersar globalmente por meio de redes de transporte aéreo em poucas horas (ELLWANGER *et al.*, 2022). Vírus como o vírus Dengue (DENV), o vírus Zika (ZIKV), o vírus da febre amarela (YFV) e o vírus Oropouche (OROV) ilustram a capacidade do bioma de atuar como epicentro para a disseminação de doenças em larga escala (MARTINS *et al.*, 2025).

Nesse contexto, consolida-se o conceito de território sentinela, definindo a Amazônia como uma área estratégica onde o monitoramento sistemático de vetores e animais silvestres fornece alertas precoces sobre a circulação de patógenos (BERNARDI *et al.*, 2022). Tal monitoramento deve ser conduzido sob a abordagem de Saúde Única (*One Health*), que integra de forma interdisciplinar a saúde humana, animal e ambiental (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024). A adoção desse paradigma é indispensável para identificar as complexas interações bióticas e abióticas que regem a ecologia das doenças na região (ELLWANGER *et al.*, 2022). Atualmente, a vigilância epidemiológica amazônica enfrenta o desafio de integrar ferramentas genômicas e metagenômicas avançadas para detectar variantes virais emergentes (MARTINS *et al.*, 2025). O investimento em sistemas de vigilância integrada em áreas de alta biodiversidade constitui medida preventiva de custo substancialmente inferior ao enfrentamento de crises pandêmicas já estabelecidas (ELLWANGER *et al.*, 2022). Nesse sentido, fortalecer a vigilância regional e preservar a integridade da Amazônia configuram prioridades sanitárias

de relevância nacional e global (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024).

## 2 BIODIVERSIDADE, RESERVATÓRIOS NATURAIS E RISCO DE SPILLOVER

A região amazônica é reconhecida globalmente como o ecossistema de maior biodiversidade do planeta, abrigando milhares de espécies de vertebrados e invertebrados que compõem uma rede de interações biológicas sem paralelos (MARTINS *et al.*, 2025). Essa vasta riqueza biológica serve como base para o denominado viroma amazônico, um reservatório inestimável de variantes genéticas virais que circulam silenciosamente e cuja diversidade total pode alcançar centenas de milhões de vírus (MARTINS *et al.*, 2025). Em ambientes ecologicamente íntegros, a alta biodiversidade exerce o efeito de diluição, no qual a presença de uma grande variedade de espécies com diferentes níveis de competência imunológica reduz a densidade de reservatórios eficientes e minimiza o contato entre patógenos e hospedeiros competentes (ELLWANGER *et al.*, 2022). Dessa forma, ecossistemas preservados funcionam como um serviço ambiental de regulação de doenças, limitando a carga viral circulante na fauna e protegendo indiretamente as populações humanas (ELLWANGER *et al.*, 2022). No entanto, a Amazônia é considerada um ponto crítico de biodiversidade (do inglês *hotspot*) para a emergência de patógenos, pois perturbações no equilíbrio de sua biodiversidade podem resultar em eventos de disseminação viral de grande magnitude (MARTINS *et al.*, 2025; ELLWANGER *et al.*, 2022).

Em epidemiologia, um reservatório natural é definido como a espécie hospedeira primária na qual um agente infeccioso vive, se mantém e se reproduz, servindo como fonte de transmissão para outros organismos (MARTINS *et al.*, 2025; ELLWANGER *et al.*, 2022). Na Amazônia, diversos grupos animais desempenham papéis críticos como reservatórios de vírus zoonóticos, com destaque para morcegos, roedores, primatas não humanos e aves (MARTINS *et al.*, 2025). Os morcegos (Chiroptera) são de especial preocupação epidemiológica devido à sua alta longevidade, comportamento gregário e sistemas imunológicos adaptados para albergar vírus sem desenvolver a doença, sendo reservatórios de *Lyssavirus* (agente etiológico da raiva) e de *Mobatvírus* (família *Hantaviridae*), grupo recentemente descrito nesse grupo faunístico (ELLWANGER *et al.*, 2022; HERNÁNDEZ *et al.*, 2024; SILVA *et al.*, 2024). Os roedores (Rodentia), especificamente das subfamílias Murinae e Sigmodontinae, são os hospedeiros primários de *Orthohantavírus* e *Mammarenavírus*, como o vírus Rio Mamoré (*Orthohantavirus riomamorensis*), mantido por espécies de *Oligoryzomys* — roedores silvestres de pequeno porte amplamente distribuídos na América do Sul — (MARTINS *et al.*, 2025; PICHÉ-OVARES *et al.*, 2024). Primatas não humanos, representados por famílias como Cebidae e Atelidae, são fundamentais na manutenção silvática do vírus da febre amarela (YFV) e do vírus Mayaro (MAYV) (DRUMOND *et al.*, 2026; MARTINS *et al.*, 2025). As aves participam ativamente como hospedeiros de amplificação para diversos arbovírus, incluindo o vírus do Oeste do Nilo (WNV) e o vírus Rocio (ROCV), facilitando sua dispersão por meio de rotas migratórias (DYE-BRAUMULLER *et al.*, 2025; MARTINS *et al.*, 2025).

A circulação viral em ambientes silvestres ocorre por meio de ciclos complexos que envolvem a interação biológica entre vertebrados e invertebrados

hematófagos (MARTINS *et al.*, 2025). Nesses ciclos, os insetos atuam como vetores que transmitem vírus entre diferentes espécies de animais, podendo ocorrer também a transmissão vertical, em que o vírus passa diretamente da fêmea do vetor para sua prole (MARTINS *et al.*, 2025; RIOS *et al.*, 2023). O conceito de *spillover*, ou transbordamento zoonótico, refere-se ao processo biológico pelo qual um patógeno supera barreiras ecológicas e imunológicas para ser transmitido de um reservatório animal para uma população humana (ELLWANGER; CHIES, 2021; ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024). Este fenômeno é o mecanismo central que explica a emergência e reemergência de aproximadamente 75% das novas doenças infecciosas humanas (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024). Na Amazônia, o risco de *spillover* é intensificado por fatores antrópicos que forçam a vida selvagem a migrar para áreas ocupadas por humanos (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; ELLWANGER *et al.*, 2022).

O desmatamento e a fragmentação florestal são os principais indutores desse risco, pois reduzem o habitat natural dos reservatórios e aumentam o perímetro de borda onde ocorre o contato direto entre espécies (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; ELLWANGER *et al.*, 2022). A construção de rodovias em áreas anteriormente isoladas facilita a dispersão de vetores e expõe trabalhadores a vírus anteriormente confinados ao dossel da floresta (MARTINS *et al.*, 2025; ELLWANGER *et al.*, 2022). As mudanças climáticas globais agravam este cenário ao alterar os padrões de temperatura e pluviosidade, o que afeta o desenvolvimento larval de vetores e pode causar estresse fisiológico em reservatórios como morcegos, aumentando a excreção viral para o ambiente (DYE-BRAUMULLER *et al.*, 2025; ELLWANGER *et al.*, 2022). Além disso, a expansão agrícola e a pecuária intensiva criam interfaces onde animais domésticos servem de pontes epidemiológicas entre a mata e o homem (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; ELLWANGER *et al.*, 2022). A urbanização desordenada e as atividades de mineração e garimpo também provocam alterações ecossistêmicas que favorecem a proliferação de vetores sinantrópicos, aproximando patógenos silvestres de grandes centros populacionais (MARTINS *et al.*, 2025; RIOS *et al.*, 2023).

Diversos exemplos de zoonoses virais ilustram a dinâmica de risco na Amazônia. O vírus Mayaro (MAYV) mantém um ciclo enzoótico entre primatas e mosquitos do gênero *Haemagogus*, causando surtos febris em populações rurais e em trabalhadores de áreas florestais (MARTINS *et al.*, 2025; CAICEDO *et al.*, 2021). O vírus Oropouche (OROV) mantém ciclos silváticos envolvendo preguiças, primatas e aves, mas emerge periodicamente em áreas urbanas por meio do maruim *Culicoides paraensis*, que se prolifera em resíduos orgânicos de atividades humanas (MARTINS *et al.*, 2025; BAI *et al.*, 2025; CAIN; LY, 2024). A febre amarela silvática representa uma ameaça constante de reurbanização, com ciclos mantidos por primatas e mosquitos de dossel que podem atingir humanos não vacinados (BERNARDI *et al.*, 2022; DRUMOND *et al.*, 2026). As hantavirose apresentam altas taxas de letalidade e estão associadas ao contato humano com excreções de roedores silvestres em áreas de expansão agrícola e desmatamento (MARTINS *et al.*, 2025; PICHE-OVARES *et al.*, 2024). Por fim, a raiva humana transmitida por morcegos hematófagos (*Desmodus rotundus*) permanece como grave desafio sanitário para comunidades ribeirinhas vulneráveis, especialmente quando a degradação ambiental reduz as presas naturais desses quirópteros (SILVA *et al.*, 2024; TAYLOR *et al.*, 2023).



### 3 INTERFACES HUMANO-ANIMAL-AMBIENTE

O conceito de interface humano-animal-ambiente refere-se aos espaços compartilhados onde ocorrem interações biológicas, ecológicas e sociais que facilitam a transmissão de patógenos entre diferentes espécies (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; ELLWANGER *et al.*, 2022). Essas zonas de contato são fundamentais para a aplicação da abordagem de Saúde Única (*One Health*), que propõe uma visão integrada entre a saúde humana, animal e ambiental como estratégia para mitigar o risco de zoonoses (ELLWANGER *et al.*, 2022; FREITAS *et al.*, 2024). Na Amazônia, essa interface é extremamente dinâmica e sensível, sendo moldada pela sobreposição entre ecossistemas de altíssima biodiversidade e áreas sob intensa pressão antrópica (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; MARTINS *et al.*, 2025). A compreensão aprofundada dessas interfaces é condição necessária para identificar mecanismos de transbordamento zoonótico (*spillover*) e estruturar sistemas eficazes de vigilância epidemiológica (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; MARTINS *et al.*, 2025).

A ocupação humana na Amazônia tem sido marcada historicamente pela abertura de grandes eixos rodoviários, os quais impulsionaram a expansão urbana e rural desordenada em áreas de floresta primária (DYE-BRAUMULLER *et al.*, 2025; MARTINS *et al.*, 2025). Rodovias como a Transamazônica e a BR-319 integraram regiões anteriormente isoladas, facilitando o fluxo migratório e o assentamento de milhares de pessoas (DYE-BRAUMULLER *et al.*, 2025; MARTINS *et al.*, 2025). O desmatamento e a consequente alteração do uso do solo resultantes dessas ações provocam fragmentação florestal severa, reduzindo drasticamente os recursos naturais disponíveis para a fauna silvestre (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; DYE-BRAUMULLER *et al.*, 2025). Esse processo de degradação força animais selvagens a ocuparem áreas habitadas por humanos em busca de alimento e abrigo, aumentando a frequência de contatos entre espécies (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; MARTINS *et al.*, 2025). A fragmentação altera o efeito de diluição natural, permitindo que patógenos circulem com maior carga em populações de hospedeiros remanescentes (ELLWANGER *et al.*, 2022).

As atividades de mineração e garimpo na região amazônica — onde se concentram, igualmente, as principais rodovias, grandes empreendimentos de infraestrutura e centros urbanos em expansão — representam vetores críticos de alterações ecossistêmicas com repercussões diretas sobre a saúde pública (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; MARTINS *et al.*, 2025). O garimpo de ouro leva à degradação acelerada do solo e tem sido correlacionado com o aumento da exposição humana a zoonoses como as Hantavirose e a Malária (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; MARTINS *et al.*, 2025). Além disso, a destruição do ambiente natural pelo garimpo reduz as presas habituais de morcegos hematófagos (*Desmodus rotundus*), direcionando seus ataques para humanos e animais domésticos (TAYLOR *et al.*, 2023; SILVA *et al.*, 2024). Outras alterações, como a construção de barragens hidrelétricas, modificam drasticamente o regime hídrico, criando criadouros ideais para vetores e facilitando condições propícias à emergência de novos vírus (MARTINS *et al.*, 2025; ELLWANGER *et al.*, 2022).

A expansão agrícola e a pecuária intensiva criam extensas zonas de transição onde a floresta encontra diretamente o gado e grandes plantações (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; DYE-BRAUMULLER *et al.*, 2025). Essas práticas facilitam a manutenção de ciclos virais ao fundir habitats de animais selvagens e domésticos, elevando o risco de transferência de patógenos (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024;

MARTINS *et al.*, 2025). Animais de produção podem atuar como pontes epidemiológicas ou hospedeiros de amplificação para vírus como os da família *Togaviridae* (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; ELLWANGER *et al.*, 2022). A proximidade constante entre trabalhadores rurais e a vida silvestre, mediada pelos sistemas agrícolas, intensifica a exposição humana a agentes anteriormente isolados no dossel florestal (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; MARTINS *et al.*, 2025).

As alterações ambientais são profundamente agravadas pelas mudanças climáticas globais, que afetam os padrões de temperatura e pluviosidade em todo o bioma (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; DYE-BRAUMULLER *et al.*, 2025). O aumento da temperatura média e a ocorrência de anomalias climáticas, como o El Niño, modificam a biologia de vetores e a imunidade dos hospedeiros vertebrados (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; SCACHETTI *et al.*, 2025). Essas mudanças permitem a expansão geográfica de mosquitos do gênero *Aedes*, facilitando a urbanização de arbovírus enzoóticos (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; BAI *et al.*, 2025). Períodos quentes e úmidos atuam como condicionantes relevantes para a reprodução acelerada de vetores como o maruim *Culicoides paraensis*, transmissor do vírus Oropouche (SCACHETTI *et al.*, 2025; BAI *et al.*, 2025).

A interação entre a população humana e a fauna silvestre é facilitada por práticas de caça e pelo comércio de fauna (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; FREITAS *et al.*, 2024). O manejo de carcaças de tatus, macacos e quelônios para consumo alimentar representa via direta de exposição a patógenos zoonóticos (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; FREITAS *et al.*, 2024). Além disso, a domesticação de espécies não tradicionais, mantidas como animais de estimação, suprime barreiras ecológicas protetoras (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; FREITAS *et al.*, 2024). Esses comportamentos colocam fluidos biológicos potencialmente contaminados em contato direto com tecidos humanos, elevando o risco de infecções sistêmicas (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; ELLWANGER *et al.*, 2022).

A criação de animais domésticos próximos à floresta funciona como catalisador na interface humano-animal-ambiente (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; PORTELA *et al.*, 2024). Cães e gatos domésticos que circulam livremente entre residências e fragmentos florestais podem carrear patógenos e vetores silvestres para o ambiente peridoméstico (PORTELA *et al.*, 2024; TAYLOR *et al.*, 2023). Essa dinâmica é evidenciada pela alta prevalência de filárias zoonóticas e outros parasitas em animais de áreas periurbanas (PORTELA *et al.*, 2024). A Amazônia apresenta os menores índices de cobertura de infraestrutura sanitária do Brasil, com extensas áreas sem acesso a abastecimento de água tratada, esgotamento sanitário adequado e coleta regular de resíduos sólidos, condições que favorecem diretamente o estabelecimento e a proliferação de vetores sinantrópicos no entorno das habitações (RIOS *et al.*, 2023; BAI *et al.*, 2025).

O impacto das mudanças ambientais na transmissão viral manifesta-se por meio de alterações na distribuição e no comportamento dos vetores (DYE-BRAUMULLER *et al.*, 2025; RIOS *et al.*, 2023). A degradação do habitat favorece espécies de mosquitos que estabelecem ciclos urbanos eficientes para vírus anteriormente restritos à floresta (DYE-BRAUMULLER *et al.*, 2025; RIOS *et al.*, 2023). A interação contínua nessas interfaces, aliada à alta conectividade por redes de transporte, cria condições favoráveis à emergência de novas ameaças globais (DYE-BRAUMULLER *et al.*, 2025; MARTINS *et al.*, 2025). Portanto, o monitoramento sistemático dessas interfaces na Amazônia constitui componente estratégico dos sistemas de segurança sanitária nacional (DYE-BRAUMULLER *et al.*, 2025; MARTINS *et al.*, 2025).

## 4 IMPORTÂNCIA GLOBAL DA VIGILÂNCIA NA AMAZÔNIA

A vigilância epidemiológica consiste no conjunto de ações que proporcionam o conhecimento, a detecção ou a prevenção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes de saúde, com o objetivo de recomendar e adotar medidas de prevenção e controle (MARTINS *et al.*, 2025). No contexto amazônico, a vigilância de zoonoses virais assume dimensão estratégica de segurança nacional e global, dado que os ciclos ecológicos da região sustentam a circulação silenciosa de inúmeros agentes virais com potencial zoonótico ainda insuficientemente caracterizados (MARTINS *et al.*, 2025). O monitoramento sistemático de doenças emergentes e reemergentes nessa região é de reconhecida importância, visto que a Amazônia é considerada um dos principais pontos críticos globais para o surgimento de novos patógenos humanos (DYE-BRAUMULLER *et al.*, 2025; ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024).

A detecção precoce de surtos em territórios sentinela permite a interrupção de cadeias de transmissão antes que estas alcancem escalas epidêmicas ou pandêmicas (BERNARDI *et al.*, 2022). A investigação epidemiológica contínua é necessária para elucidar a etiologia de doenças febris agudas (DFA), das quais aproximadamente 51% — equivalente a mais da metade dos casos investigados — permanecem sem diagnóstico etiológico definitivo na América Latina, em razão da carência de ferramentas diagnósticas robustas e acessíveis (PICHE-OVARRES *et al.*, 2024).

A relevância da vigilância em regiões de alta biodiversidade reside no fato de que o equilíbrio ecológico funciona como um serviço de saúde pública, no qual ecossistemas preservados podem reduzir a prevalência de patógenos por meio do efeito de diluição (ELLWANGER *et al.*, 2022). A Amazônia constitui área estratégica para a detecção de novas zoonoses, pois as intensas modificações antrópicas, como a fragmentação florestal e a construção de infraestruturas, aumentam a interface entre humanos e a vida silvestre (DYE-BRAUMULLER *et al.*, 2025; ELLWANGER *et al.*, 2022). Atualmente, a identificação de novos vírus tem ocorrido de forma acelerada, caracterizando uma fase denominada virologia sem vírus, em que novos agentes são descobertos prioritariamente por sequenciamento antes mesmo de serem isolados em cultura (MARTINS *et al.*, 2025). Nesse cenário, a vigilância laboratorial na região evoluiu de métodos clássicos de isolamento para abordagens moleculares avançadas, fundamentais para caracterizar a diversidade de agentes infecciosos (MARTINS *et al.*, 2025).

A vigilância genômica, sustentada por tecnologias de sequenciamento de nova geração (NGS) e metagenômica, ampliou substancialmente a capacidade de identificar rapidamente novos vírus e variantes (SCACHETTI *et al.*, 2025; HERNÁNDEZ *et al.*, 2024). O sequenciamento viral permite o mapeamento em tempo real de linhagens emergentes, como demonstrado na identificação de novos rearranjos genômicos do vírus Oropouche (OROV) com maior *fitness* viral e virulência (SCACHETTI *et al.*, 2025). Essas ferramentas também possibilitaram a primeira descrição de Mobatvírus (família *Hantaviridae*) na Amazônia, revelando a circulação de hantavírus em morcegos em áreas sob pressão de desmatamento (HERNÁNDEZ *et al.*, 2024). Além disso, a caracterização molecular tem sido crucial para detectar a introdução de variantes exóticas, como o genótipo Cosmopolita do DENV-2, rastreando sua rápida dispersão por meio de fatores migratórios e alta conectividade regional (RIBEIRO *et al.*, 2024).

O risco de disseminação internacional de doenças é exacerbado pela rapidez das redes modernas de transporte, que podem conduzir um patógeno de uma aldeia remota a um centro urbano global em poucas horas (MARTINS *et al.*, 2025). A recente expansão do vírus Oropouche para países da Europa e para os Estados Unidos, após o maior surto registrado no Brasil, exemplifica a vulnerabilidade da segurança sanitária global frente a eventos de transbordamento amazônicos (BAI *et al.*, 2025; CAIN; LY, 2024). Portanto, a vigilância nessa região atua como sistema de alerta antecipado para todo o planeta, mitigando o potencial pandêmico de agentes anteriormente confinados ao ambiente silvestre (ELLWANGER *et al.*, 2022; MARTINS *et al.*, 2025).

A integração entre as vigilâncias ambiental, animal e humana, sob o paradigma de Saúde Única (*One Health*), tem sido identificada como condição necessária para a compreensão da ecologia das zoonoses na Amazônia (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024). Essa abordagem integrada permite monitorar primatas não humanos como sentinelas para o vírus da febre amarela, identificando a circulação viral silenciosa antes da ocorrência de casos humanos (DRUMOND *et al.*, 2026; BERNARDI *et al.*, 2022). Da mesma forma, o monitoramento de reservatórios animais, como roedores e morcegos, é indispensável para identificar riscos de infecções por hantavírus e novos *Lyssavirus* (PICHE-OVARES *et al.*, 2024; SILVA *et al.*, 2024). A vigilância também deve considerar fatores socioculturais, como o consumo de carne de caça e as práticas de subsistência de comunidades ribeirinhas, que moldam as interfaces de risco (PORTELA *et al.*, 2024; TAYLOR *et al.*, 2023).

O papel da vigilância na prevenção de epidemias e pandemias tem sido documentado como medida de biossegurança de favorável relação custo-benefício (ELLWANGER *et al.*, 2022). Estimativas indicam que os custos para mitigar uma pandemia estabelecida superam em múltiplas ordens de grandeza os investimentos necessários para manter sistemas de vigilância robustos e integrados em áreas críticas (ELLWANGER *et al.*, 2022). O fortalecimento da infraestrutura de vigilância na Amazônia, aliado à capacitação de equipes multidisciplinares e ao respeito aos direitos territoriais indígenas, é apontado como componente essencial para conter o desmatamento e evitar a destruição das barreiras ecológicas naturais (MARTINS *et al.*, 2025; ELLWANGER *et al.*, 2022). Garantir a integridade da Amazônia e a eficácia de sua vigilância configura, portanto, prioridade para a estabilidade sanitária e a resiliência da saúde pública nacional e internacional (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; MARTINS *et al.*, 2025).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Amazônia, detentora da maior biodiversidade do planeta, sustenta um vasto e complexo viroma por meio de reservatórios naturais críticos, como morcegos, roedores e primatas (MARTINS *et al.*, 2025). Em ecossistemas preservados, essa diversidade biológica atua como serviço ambiental de regulação de doenças por meio do efeito de diluição, limitando a carga de patógenos circulantes na fauna (ELLWANGER *et al.*, 2022). No entanto, a expansão das interfaces humano-animal-ambiente, impulsionada pelo desmatamento, pela mineração e pela urbanização desordenada, tem perturbado esse equilíbrio e elevado o risco de transbordamento zoonótico (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024). A convergência dessas pressões antrópicas transforma o bioma em epicentro estratégico para a emergência de novas ameaças biológicas com potencial de impacto imediato (DYE-



-BRAUMULLER *et al.*, 2025).

Nesse cenário, a implementação de vigilância epidemiológica contínua e robusta, fortalecida por ferramentas genômicas, é fundamental para a detecção precoce de surtos antes que estes alcancem escalas pandêmicas (BERNARDI *et al.*, 2022). A consolidação da abordagem de Saúde Única (*One Health*) é indispensável para integrar o monitoramento da saúde humana e animal à preservação da integridade ambiental, atuando sobre as causas estruturais do *spillover* (ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024; FREITAS *et al.*, 2024). Dada a alta conectividade das redes de transporte modernas, a Amazônia desempenha papel relevante na saúde pública global, atuando como território sentinela cujos alertas podem prevenir crises internacionais (MARTINS *et al.*, 2025). O investimento no fortalecimento da vigilância regional e na contenção do desmatamento representa medida de biossegurança com relação custo-benefício amplamente favorável em comparação ao enfrentamento de crises sanitárias estabelecidas (ELLWANGER *et al.*, 2022). Garantir a resiliência biológica da Amazônia é, portanto, prioridade sanitária para assegurar a estabilidade da saúde pública em nível mundial (MARTINS *et al.*, 2025; ORTIZ-PRADO *et al.*, 2024).

## Referências

- BAI, F. *et al.* A comprehensive review of the neglected and emerging Oropouche virus. *Viruses*, v. 17, n. 3, p. 439, 2025.
- BERNARDI, V. *et al.* Yellow fever virus in mosquitoes from rainforest bordering Manaus, Brazil, 2022. *Emerging Infectious Diseases*, v. 31, n. 4, 2022.
- CAICEDO, E.-Y. *et al.* The epidemiology of Mayaro virus in the Americas: a systematic review and key parameter estimates for outbreak modelling. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, v. 15, n. 6, e0009418, 2021.
- CAIN, M.; LY, H. Oropouche virus: understanding “sloth fever” disease dynamics and novel intervention strategies against this emerging neglected tropical disease. [Editorial]. 2024.
- CARVALHO, V. L. *et al.* Arbovirus outbreak in a rural region of the Brazilian Amazon. *Journal of Clinical Virology*, v. 150-151, 105155, 2022.
- DRUMOND, B. P. *et al.* Yellow fever beyond the Amazon: surveillance challenges and the role of *Callithrix* spp. in sylvatic cycles in Brazil. *The Lancet Regional Health – Americas*, v. 56, 101416, 2026. [No prelo].
- DYE-BRAUMULLER, K. C. *et al.* (Re)Emerging arboviruses of public health significance in the Brazilian Amazon. *Microorganisms*, v. 13, n. 3, p. 650, 2025.
- ELLWANGER, J. H. *et al.* Synthesizing the connections between environmental disturbances and zoonotic spillover. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 94, Suppl. 3, e20211530, 2022.
- ELLWANGER, J. H.; CHIES, J. A. B. Zoonotic spillover: understanding basic aspects for better prevention. *Genetics and Molecular Biology*, v. 44, e20200355, 2021.
- FREITAS, R. S. *et al.* Detection of pathogenic *Leptospira* in captive chelonians (*Kinosternon scorpioides* – Linnaeus, 1766) in the Brazilian Amazon. *Animals*, v. 14, n. 9, p. 1334, 2024.
- HERNÁNDEZ, L. H. A. *et al.* First description of a mobatvirus (*Hantaviridae*) in the Amazon region. *Virus Research*, v. 350, 199494, 2024.
- MARTINS, L. C. *et al.* Risk factors for emerging, re-emerging, and newly recognized arboviruses and zoonotic viruses in Brazilian Amazon. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, v. 19, n. 12, e0013735, 2025.
- ORTIZ-PRADO, E. *et al.* Integrating environmental conservation and public health strategies to combat zoonotic disease emergence: a call to action from the Amazon rainforest. *Frontiers in*

*Cellular and Infection Microbiology*, v. 14, 1405472, 2024.

PICHE-OVARES, M. *et al.* Rio Mamoré hantavirus endemicity, Peruvian Amazon. *Emerging Infectious Diseases*, v. 30, n. 12, 2024.

PORTELA, C. S. *et al.* Filarial disease in the Brazilian Amazon and emerging opportunities for treatment and control. *Current Research in Parasitology & Vector-Borne Diseases*, v. 5, 100168, 2024.

RIBEIRO, J. R. *et al.* DENV-2 outbreak associated with cosmopolitan genotype emergence in Western Brazilian Amazon. *Bioinformatics and Biology Insights*, v. 18, p. 1-8, 2024.

RIOS, F. G. F. *et al.* Arbovirus detection in synanthropic mosquitoes from the Brazilian Amazon and in mosquito saliva using Flinders Technology Associates cards. *Microbes and Infection*, v. 25, 105046, 2023.

SCACHETTI, G. C. *et al.* Re-emergence of Oropouche virus between 2023 and 2024 in Brazil: an observational epidemiological study. *The Lancet Infectious Diseases*, v. 25, p. 166-175, 2025.

SILVA, J. G. N. *et al.* Empowering riverine communities in the Amazon: strategies for preventing rabies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 21, p. 117, 2024.

TAYLOR, E. *et al.* The Amazonian Tropical Bites Research Initiative: a hope for resolving zoonotic neglected tropical diseases in the One Health era. *International Health*, v. 15, p. 216-223, 2023.



## Capítulo 2

# SAÚDE ÚNICA APLICADA E DETERMINANTES SOCIOAMBIENTAIS: POVOS TRADICIONAIS, TRANSFORMAÇÃO TERRITORIAL E EMERGÊNCIA DE ARBOVIROSES

Ana Carolina Candido dos Santos  
Caio Henrique Corrêa Alves  
Tuane Carolina de Souza Ferreira



Compreender os riscos à saúde exige ultrapassar explicações restritas ao campo biológico e reconhecer que os processos de adoecimento são produzidos de forma complexa, na qual fatores ambientais, sociais e territoriais se unem de forma contínua. A doença, nesse sentido, não pode ser entendida apenas como resultado da ação de agentes etiológicos isolados, mas como a trama de relações mais amplas entre seres humanos, animais, ambiente e modos de ocupação do território. É justamente nesse ponto que a abordagem de Saúde Única se torna fundamental, ao propor uma leitura integrada dos processos de correlação entre saúde e doença, baseada na interdependência entre a saúde humana, a saúde animal e a integridade dos ecossistemas.

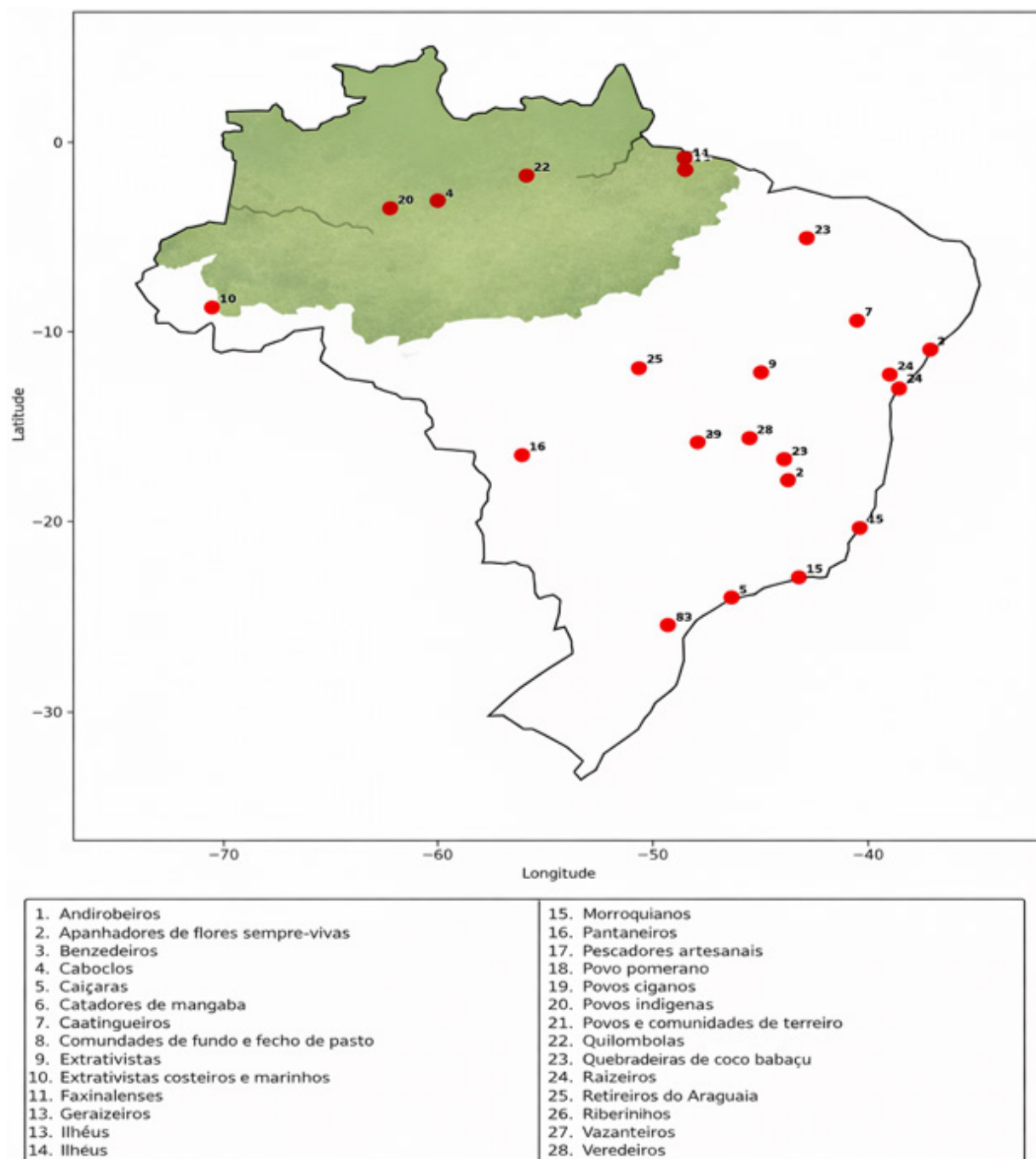
Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o termo Saúde Única (*One Health*) consiste em uma abordagem integrada que busca equilibrar e otimizar a saúde de pessoas, animais e ecossistemas, reconhecendo que esses três componentes estão profundamente conectados e que alterações em um deles repercutem sobre os demais (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023). Essa perspectiva amplia o olhar sobre a produção do risco sanitário, uma vez que mudanças no uso da terra, degradação ambiental, expansão urbana desenfreada, transformações sociais e pressões econômicas podem alterar ecossistemas, modificar padrões de exposição e favorecer a emergência ou reemergência de doenças. Desse modo, a Saúde Única não se limita a uma formulação conceitual, mas se consolida como uma estratégia de articulação entre diferentes setores, fortalecendo ações de vigilância, prevenção e controle de agravos.

A relevância dessa abordagem torna-se ainda mais evidente quando se observa o perfil atual das doenças infecciosas em escala global. De acordo com o Centros de Controle e Prevenção de Doenças (*Centers for Disease Control and Prevention – CDC*), mais de 60% das doenças infecciosas conhecidas em humanos podem ser transmitidas por animais, enquanto cerca de 75% das doenças infecciosas novas ou emergentes têm origem animal (CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 2025). Esses dados reforçam a ideia de que o risco sanitário não pode ser analisado de forma fragmentada, pois a epidemiologia dessas patologias depende diretamente das interações entre espécies, da integridade dos ecossistemas e das transformações provocadas pelas atividades humanas. Em países como o Brasil, esse debate assume contornos ainda mais cruciais, especialmente pela vasta extensão territorial, pela riqueza biológica e pela presença de biomas estratégicos, como a Amazônia.

Nesse contexto, os povos e comunidades tradicionais ocupam lugar central. Sua relação histórica, direta e contínua com o território faz com que esses grupos desenvolvam formas próprias de observar, interpretar e responder às mudanças ambientais e sanitárias. Ao acompanharem de perto os ciclos da natureza, a disponibilidade de recursos, o comportamento dos animais, as transformações climáticas e as alterações em seus espaços de vida, esses povos frequentemente percebem com antecedência sinais de desequilíbrio que, muitas vezes, passam despercebidos por modelos convencionais de vigilância. No Brasil, os povos e comunidades tradicionais são oficialmente representados por 28 segmentos reconhecidos pelo Estado Brasileiro, o que evidencia tanto sua diversidade sociocultural quanto sua importância na preservação dos territórios e dos modos de vida vinculados à natureza (BRASIL, [s.d.]).



Figura 1. Distribuição dos povos e comunidades tradicionais no Brasil.



Fonte: Gerada por Inteligência Artificial (OpenAI, 2026).

**Nota:** Mapa do Brasil com localidades representativas numeradas de povos e comunidades tradicionais. A área sombreada em verde representa a região amazônica, destacando o recorte territorial de interesse.

No entanto, sua presença nessa discussão não deve ser reduzida à condição de grupos vulneráveis. Embora estejam frequentemente expostos a processos de exclusão, conflitos territoriais, degradação ambiental e barreiras de acesso a políticas públicas, esses grupos também produzem conhecimento estratégico e práticas coletivas que contribuem significativamente para a vigilância em saúde. Seus saberes tradicionais, acumulados ao longo de gerações, possibilitam identificar alterações no ambiente, reconhecer ameaças emergentes e mobilizar respostas locais com rapidez e coerência cultural.

Essa contribuição torna-se ainda mais evidente quando se observa a experiência recente das populações indígenas diante de emergências sanitárias. Em revisão de escopo publicada em 2024, Casanova *et al.* identificaram quatro eixos centrais das estratégias de vigilância em saúde entre povos indígenas no enfrentamento da COVID-19: a organização comunitária, a governança, a comunicação e abordagem territorial (CASANOVA *et al.*, 2024). Esses elementos revelam que, em contextos de crise, a vigilância comunitária ultrapassa a lógica puramente institucional e passa a incorporar dimensões fundamentais de mobilização social, circulação de informações, coordenação local e proteção coletiva. Mais do que registrar casos ou eventos, essas práticas mostram que vigiar, para essas populações, também significa cuidar do território, orientar a comunidade e construir respostas compatíveis com suas realidades socioculturais.

Sob essa ótica, a vigilância em saúde deixa de ser apenas uma atividade técnica centralizada e passa a ser entendida como um processo compartilhado, territorializado e relacional. A experiência dos povos tradicionais demonstra que a produção de respostas sanitárias eficazes depende não apenas de protocolos formais, mas também da valorização dos conhecimentos locais, da escuta das comunidades e do reconhecimento de que o território é um espaço vivo, no qual ambiente, cultura e saúde se entrelaçam. Assim, a Saúde Única oferece a base conceitual para compreender o risco sanitário em sua amplitude, enquanto os povos e comunidades tradicionais materializam, na prática, a importância do território e da participação comunitária na construção da vigilância.

Figura 2. Fluxo de integração das variáveis de Saúde Única e risco sanitário integrado.

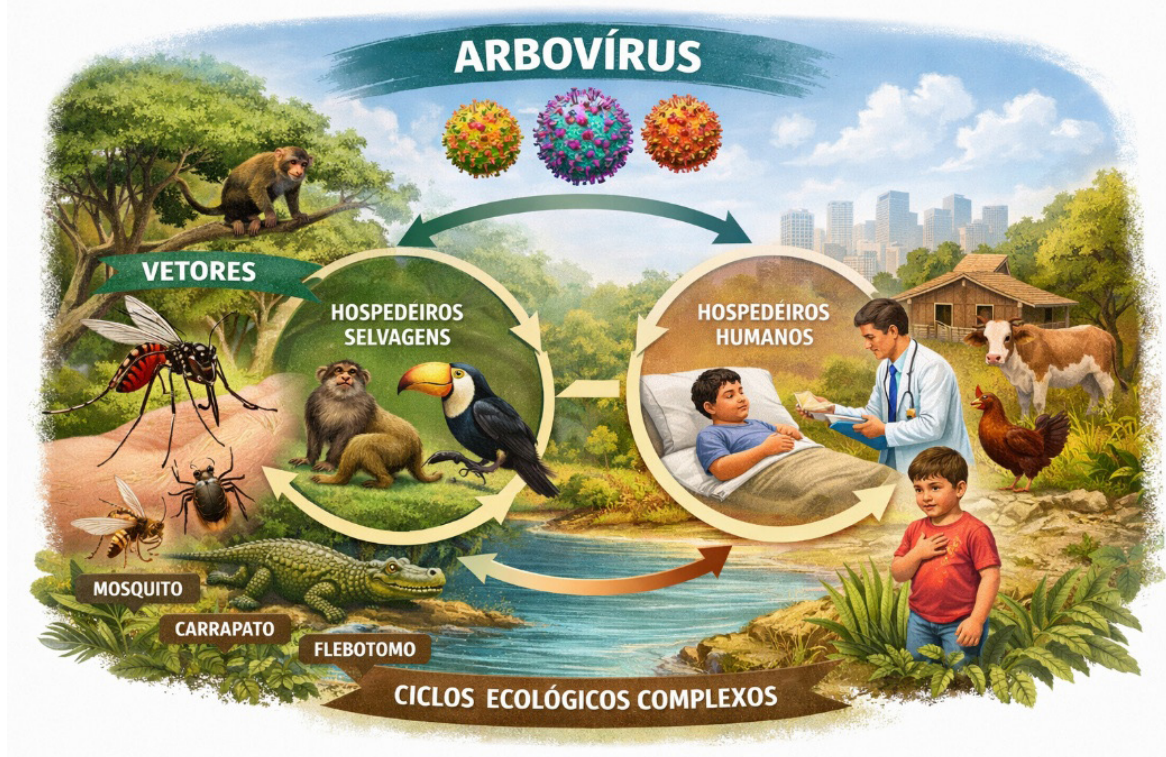


Fonte: Gerada por Inteligência Artificial (OpenAI, 2026).

# 1 DETERMINANTES SOCIOAMBIENTAIS DO RISCO E IMPLICAÇÕES PARA VIGILÂNCIA EM SAÚDE

A emergência de arboviroses representam um desafio crescente para a saúde pública, especialmente em regiões tropicais e subtropicais, onde a interação entre fatores ambientais, sociais e culturais contribuem para a manutenção e circulação desses agentes infecciosos. Arbovírus correspondem a vírus transmitidos por artrópodes hematófagos, mantidos na natureza por ciclos complexos envolvendo vetores e hospedeiros vertebrados, com ampla diversidade ecológica.

Figura 3. Representação visual dos fluxos ecológicos envolvidos na transmissão das arboviroses



Fonte: Gerada por Inteligência Artificial (OpenAI, 2026).

Esses ciclos podem ocorrer em ambientes silvestres, rurais ou urbanos, dependendo das espécies de vetores e das condições ecológicas, e a transição entre esses ambientes é fortemente influenciada por transformações territoriais e socioambientais (CASSEB *et al.*, 2013). Assim, a ocorrência dessas infecções deve ser compreendida não apenas a partir da presença do agente etiológico, mas considerando os processos sociais, culturais e ambientais que estruturam a exposição humana.

Transformações no uso do território, como desmatamento, expansão agrícola, urbanização desordenada e ocupação de áreas tradicionalmente habitadas por povos indígenas ou comunidades ribeirinhas, alteram ecossistemas naturais e modificam a relação entre vetores, hospedeiros e seres humanos. Tais alterações aumentam a probabilidade de contato entre humanos e ciclos silvestres de arbovírus, promovendo eventos de emergência ou reemergência de doenças (CASSEB *et al.*, 2013). Povos tradicionais, ao manterem modos de vida diretamente conectados aos ecossistemas, muitas vezes funcionam como sentinelas das mudanças ambientais, evidenciando impactos ecológicos que podem influenciar a transmissão viral. Por outro lado, essas populações podem apresentar maior



vulnerabilidade devido a restrições no acesso a serviços de saúde e às desigualdades socioeconômicas que caracterizam muitos territórios rurais e periféricos.

Os determinantes socioambientais do risco incluem também fatores urbanos e socioeconômicos, como precariedade das condições de moradia, ausência de saneamento básico, insuficiência de infraestrutura e desigualdades sociais, que favorecem a proliferação de vetores e ampliam a exposição da população às arboviroses. Recipientes que acumulam água, gestão inadequada de resíduos sólidos e práticas de armazenamento doméstico de água em períodos de seca criam ambientes propícios para a reprodução de mosquitos vetores, especialmente *Aedes aegypti*, responsável pela transmissão de Dengue, Zika e Chikungunya (CABI, 2013) – verificar estudos que tratem de GENE DRIVE- os quais estão sendo utilizados para moldar padrões de disseminação de genes – evitando assim a disseminação de algumas doenças, contudo o debate sobre a diminuição da espécie inicial e possível extinção também é um elemento que deve ser levado em consideração. Assim, o risco não é distribuído de maneira homogênea, refletindo padrões territoriais, sociais e culturais que determinam diferentes níveis de vulnerabilidade entre comunidades.

As mudanças climáticas adicionam outra camada de complexidade à dinâmica epidemiológica das arboviroses. O aumento das temperaturas médias, alterações nos padrões de precipitação e maior frequência de eventos climáticos extremos modificam a sobrevivência e a reprodução de vetores, além de influenciar a replicação viral e o período de incubação extrínseca dentro do mosquito (MORDECAI *et al.*, 2020). Essas alterações podem favorecer a expansão geográfica de vetores para regiões antes inadequadas, alterando os padrões de risco e expondo novas populações à circulação viral. Chuvas intensas podem aumentar a disponibilidade de criadouros naturais e artificiais, enquanto períodos de seca podem levar ao armazenamento doméstico de água, ambos criando condições ideais para a proliferação de vetores (MORDECAI *et al.*, 2020).

A compreensão da emergência de arboviroses exige, portanto, uma perspectiva integrada que considere a interação entre fatores ambientais, climáticos, sociais e culturais. A abordagem de Saúde Única é particularmente relevante nesse contexto, pois reconhece que a saúde humana está intrinsecamente conectada à saúde animal e ao equilíbrio dos ecossistemas, e que os processos de adoecimento resultam de múltiplas interações entre sociedade e natureza. Aplicar essa perspectiva a territórios habitados por povos tradicionais permite não apenas mapear padrões de risco, mas também valorizar o conhecimento local e a vigilância comunitária como instrumentos complementares à vigilância epidemiológica formal.

Nesse sentido, a integração entre vigilância epidemiológica, ambiental e comunitária torna-se essencial para identificar precocemente áreas de maior vulnerabilidade, antecipar surtos e orientar intervenções preventivas. Políticas públicas eficazes para o controle de arboviroses devem considerar ações intersetoriais, que envolvam saúde, planejamento urbano, gestão ambiental e desenvolvimento territorial. Melhorias no saneamento básico, na infraestrutura urbana e na gestão ambiental, combinadas com estratégias de educação e mobilização comunitária, são fundamentais para reduzir a exposição e fortalecer a resiliência das populações frente aos riscos emergentes.

Portanto, compreender os determinantes socioambientais do risco, os im-



pactos das mudanças climáticas e a importância da participação de povos tradicionais na vigilância e prevenção das arboviroses constitui um passo central para o fortalecimento das políticas de saúde pública e para a construção de estratégias de vigilância e controle mais eficazes, sustentáveis e adaptadas às realidades locais (CASSEB *et al.*, 2013; CABI, 2013; MORDECAI *et al.*, 2020; INSTITUTO EVANDRO CHAGAS, 2026).

## Referências

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. *Povos e comunidades tradicionais*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/povos-e-comunidades-tradicionais>. Acesso em: 3 mar. 2026.
- CABI DIGITAL LIBRARY. *Arboviruses: epidemiology and ecology*. Wallingford: CAB International, 2013. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20143353059>. Acesso em: 8 mar. 2026.
- CASANOVA, A. O. *et al.* **Vigilância em saúde entre povos indígenas no enfrentamento COVID-19: uma revisão de escopo**. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 29, n. 12, e09392024, 2024. DOI: 10.1590/1413-812320242912.09392024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320242912.09392024>. Acesso em: 3 mar. 2026
- CASSEB, Samir Mendes *et al.* Arbovírus: importante zoonose na Amazônia brasileira. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 11, n. 3, p. 15–24, 2013. Disponível em: <https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/1030>. Acesso em: 8 mar. 2026.
- CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. *About zoonotic diseases*. Atlanta: CDC, 2025. Disponível em: <https://www.cdc.gov/one-health/about/about-zoonotic-diseases.html>. Acesso em: 3 mar. 2026.
- INSTITUTO EVANDRO CHAGAS. Arboviroses na região amazônica: aspectos epidemiológicos e ambientais. Ananindeua: Instituto Evandro Chagas. Disponível em: <https://patua.iec.gov.br/items/2b6e3369-6d41-4956-9407-479b23a39b4f>. Acesso em: 8 mar. 2026.
- MORDECAI, Erin A. *et al.* Thermal biology of mosquito-borne disease. *Ecology Letters*, v. 22, n. 10, p. 1690–1708, 2019. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7157474/>. Acesso em: 8 mar. 2026.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. *One Health*. Geneva: WHO, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/one-health>. Acesso em: 3 mar. 2026.



## Capítulo 3

# VIGILÂNCIA INTEGRADA HUMANO- ANIMAL-AMBIENTE

**João Lucas Francisco de Carvalho Sousa**

**Lorena de Oliveira Tannus**

**Maria Carolina Serrão Almeida de Souza**

**Tuane Carolina de Souza Ferreira**



A vigilância das zoonoses em regiões de fronteira e ecossistemas de alta diversidade transcende a aplicação de protocolos laboratoriais ou métricas estatísticas, configurando-se como um processo dinâmico resultante das complexas interações entre o território, o ambiente e as dinâmicas sociais (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2022). Em cenários como a Bacia Amazônica, a saúde não pode ser dissociada das transformações antrópicas e climáticas, uma vez que a emergência de patógenos está intrinsecamente ligada ao uso da terra, ao desmatamento e à proximidade crescente entre populações humanas, animais domésticos e reservatórios silvestres. Nesse sentido, a vigilância deixa de ser um esforço puramente técnico para se tornar uma resposta estratégica às vulnerabilidades territoriais, onde a integridade dos ecossistemas atua como uma barreira natural contra o transbordamento (*spillover*) de agentes infecciosos. Portanto, a compreensão das doenças infecciosas exige um olhar que integre a biologia dos vetores à sociologia das populações locais, reconhecendo que a precariedade de infraestrutura e o isolamento geográfico são determinantes sociais que potencializam o risco epidemiológico e dificultam a resposta oportuna diante de novos surtos.

Como desdobramento prático e operacional da abordagem de Saúde Única (*One Health*), a vigilância integrada propõe a convergência de esforços entre os setores humano, animal e ambiental para a detecção antecipada de ameaças à saúde global (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2022). Esta integração não é apenas conceitual, mas uma necessidade logística e analítica, em que a monitoração de eventos de saúde em animais silvestres e domésticos serve como um sistema de alerta precoce para a proteção das populações humanas. A Saúde Única, ao reconhecer a interdependência entre os seres vivos e o bioma, exige a quebra de silos institucionais, permitindo que o diagnóstico laboratorial e o manejo clínico sejam informados por dados ecológicos e veterinários em tempo real. No contexto amazônico, essa abordagem é fundamental para mitigar o impacto de arboviroses e hantaviroses, cujos ciclos de transmissão dependem de variáveis ambientais específicas e da dinâmica de reservatórios naturais, exigindo que as políticas de saúde pública sejam formuladas sob uma perspectiva holística e colaborativa.

A complexidade do bioma amazônico impõe desafios singulares à implementação dessa vigilância, dada a vasta circulação de zoonoses virais de alto potencial epidêmico, como os vírus Dengue (DENV), Oropouche (OROV), Mayaro (MAYV) e febres hemorrágicas causadas por hantavírus. A manutenção de fluxos diagnósticos resilientes em uma região marcada por distâncias continentais e dependência de rotas fluviais precárias requer que a integração de dados humanos, animais e ambientais seja sustentada por tecnologias adaptadas à realidade local. A circulação ativa de patógenos em reservatórios silvestres, muitas vezes detectada apenas em expedições de campo, deve ser sistematicamente cruzada com as notificações sindrômicas em comunidades ribeirinhas e indígenas para evitar o subdiagnóstico e a invisibilidade epidemiológica. Assim, a vigilância integrada na Amazônia constitui uma medida de biossegurança estratégica, capaz de converter informações de campo em intervenções rápidas que protejam tanto a biodiversidade quanto a segurança sanitária internacional.

Diante deste panorama, é fundamental abordar os componentes estruturais e operacionais necessários para a consolidação de uma vigilância integrada efetiva em regiões remotas, desde o fortalecimento da capacidade diagnóstica

local e o uso de tecnologias no ponto de atendimento (*point-of-care*) até a organização de redes laboratoriais descentralizadas que favoreçam o fluxo de informações entre os diferentes atores da Saúde Única. A ênfase é dada na importância da coleta tecnicamente adequada, na biossegurança e na integração digital de dados como pilares para superar as barreiras logísticas e garantir a equidade no acesso à saúde, fundamentando uma rede de vigilância capaz de responder aos desafios das zoonoses emergentes no século XXI.

A estruturação de uma rede de proteção à zoonoses em ecossistemas de alta complexidade depende da articulação sinérgica entre os pilares da vigilância epidemiológica, laboratorial e genômica, constituindo o que se denomina cadeia de vigilância integrada. A vigilância epidemiológica atua como o componente de monitoramento contínuo e sistemático de eventos de saúde, sendo responsável pela detecção de sinais, notificação de casos suspeitos e análise de tendências temporais e espaciais que indicam a ocorrência de anomalias sanitárias. Complementarmente, a vigilância laboratorial fornece a confirmação etiológica indispensável para a fidedignidade dos dados, utilizando ensaios imunológicos e moleculares para validar as suspeitas clínicas e diferenciar patógenos com sintomatologia semelhante, como ocorre frequentemente entre as arboviroses e as hantaviroses. Por fim, a vigilância genômica representa o nível mais avançado de investigação, permitindo o rastreamento evolutivo dos agentes e a identificação de variantes genéticas que podem conferir maior transmissibilidade ou escape imunológico (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2022; JESUS *et al.*, 2024).

A interdependência entre esses níveis é a condição necessária para a detecção oportuna de patógenos emergentes, especialmente em áreas de interface humano-animal-ambiente. Sem a confirmação laboratorial, a vigilância epidemiológica torna-se imprecisa, gerando dados que podem subestimar ou superestimar a circulação viral em determinados territórios. Da mesma forma, a vigilância genômica depende de um fluxo laboratorial robusto e de uma amostragem epidemiologicamente representativa para que o sequenciamento genômico não seja apenas um registro histórico, mas uma ferramenta de resposta rápida (JESUS *et al.*, 2024). Na Bacia Amazônica, essa integração é vital para monitorar o transbordamento (*spillover*) de vírus zoonóticos a partir de reservatórios silvestres, em que a detecção de uma nova variante em animais ou vetores, identificada pela vigilância genômica, deve disparar alertas imediatos para os serviços de saúde humana e ambiental (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2022; JESUS *et al.*, 2024).

O impacto prático dessa integração manifesta-se na capacidade de monitoramento de surtos e na redução do tempo de resposta institucional. No contexto das arboviroses amazônicas, como as causadas pelo vírus Oropouche (OROV) e Mayaro (MAYV), a vigilância laboratorial descentralizada e o uso de biologia molecular permitem identificar precocemente a introdução de linhagens virais em novas áreas geográficas. Para os hantavírus, cuja letalidade é elevada, a vigilância integrada permite o cruzamento de dados de monitoramento de roedores silvestres com a ocorrência de casos de síndrome cardiopulmonar, otimizando a implementação de medidas de controle e educação em saúde antes que a transmissão se amplifique. Portanto, a convergência entre o dado clínico-epidemiológico, o diagnóstico laboratorial de precisão e a análise genômica em tempo real assegura que a vigilância em Saúde Única opere de forma preditiva, mitigando o impacto das zoonoses sobre a segurança sanitária global.

A operacionalização da vigilância integrada exige a adoção de critérios téc-



nicos rigorosos para a classificação de eventos sanitários, estabelecendo uma linguagem comum que permita a comparabilidade dos dados entre diferentes níveis de gestão. Nesse contexto, a definição de caso constitui o alicerce do sistema de informação, categorizando as ocorrências em suspeitas, prováveis ou confirmadas. O caso suspeito é aquele que apresenta sinais clínicos compatíveis com uma determinada patologia, muitas vezes associados a um histórico de exposição em áreas de risco, servindo como o primeiro gatilho para o sistema de alerta. A progressão para caso provável ocorre quando os achados clínicos e epidemiológicos são robustos, porém ainda carecem de validação laboratorial definitiva. Finalmente, o caso confirmado pressupõe a detecção específica do agente etiológico ou marcadores imunológicos inequívocos através de métodos laboratoriais de referência (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2022). A padronização desses conceitos é imperativa para a vigilância em Saúde Única, pois garante que a variabilidade nas notificações não decorra de interpretações subjetivas, mas de critérios epidemiológicos sólidos que norteiam a tomada de decisão em políticas de zoosaúde (TEIXEIRA *et al.*, 2018).

O fluxo de notificação é estruturado em uma arquitetura hierárquica que se inicia no nível local, geralmente representado pelas unidades de saúde e postos de vigilância sanitária e agropecuária, onde ocorre a captação primária do dado. Deste ponto, as informações devem transitar para os níveis regional e estadual, culminando na esfera nacional, que consolida o panorama epidemiológico do país e coordena as respostas estratégicas (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2022). Esse movimento ascendente de dados visa garantir que surtos localizados sejam identificados prontamente, permitindo o bloqueio da transmissão antes da dispersão geográfica. Todavia, a eficácia desse fluxo depende intrinsecamente da fidedignidade dos dados alimentados na base do sistema. Problemas estruturais crônicos, como a subnotificação de eventos e o atraso crônico na comunicação de casos, comprometem a sensibilidade da vigilância, gerando um cenário de “cegueira epidemiológica” que mascara a real carga de doenças zoonóticas e retarda a intervenção oportuna das autoridades sanitárias (TEIXEIRA *et al.*, 2018; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2022).

Na região Amazônica, as dificuldades operacionais para a manutenção de sistemas de notificação eficientes são exacerbadas pelas particularidades do território. O isolamento geográfico de comunidades ribeirinhas e indígenas impõe barreiras logísticas severas ao fluxo físico de amostras e ao deslocamento de equipes de investigação, resultando em um hiato temporal significativo entre a ocorrência do evento e o registro oficial (WHO, 2022). Somam-se a isso as limitações tecnológicas, como a baixa conectividade digital em vastas áreas da floresta, que impede a alimentação em tempo real de sistemas eletrônicos de notificação. Essas lacunas de infraestrutura favorecem a persistência de zoonoses negligenciadas e dificultam o monitoramento da interface humano-animal-ambiente, tornando a integração de dados uma tarefa complexa que exige soluções adaptadas à realidade local, como o fortalecimento da vigilância baseada na comunidade e a descentralização de tecnologias de informação (TEIXEIRA *et al.*, 2018). Assim, a superação dos entraves estruturais amazônicos é fundamental para que a vigilância integrada deixe de ser um modelo teórico e se torne uma ferramenta de proteção da saúde pública e da biodiversidade regional.

A compreensão da vigilância em saúde como um processo integrado exige o reconhecimento de que sua efetividade não se limita à existência de sistemas

formais de notificação ou à capacidade técnica dos serviços de saúde, mas depende, fundamentalmente, da forma como esses sistemas se articulam com os territórios e com os sujeitos que neles vivem. Nesse sentido, a vigilância participativa emerge como componente estratégico da vigilância integrada, ao incorporar a dimensão comunitária como parte constitutiva da produção de informações em saúde. Em contextos como a Amazônia, marcados por extensas áreas geográficas, diversidade sociocultural e limitações de acesso aos serviços formais, a participação ativa de comunidades locais, povos indígenas e populações ribeirinhas amplia a capacidade de detecção precoce de eventos de interesse sanitário, funcionando como um sistema sensível de alerta territorial (CASANOVA *et al.*, 2024; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023).

A vigilância participativa baseia-se no reconhecimento de que os sujeitos que habitam o território possuem conhecimento acumulado sobre as dinâmicas ambientais, o comportamento da fauna e as alterações nos padrões de adoecimento, o que lhes confere posição privilegiada na identificação de eventos incomuns. Alterações na frequência de doenças febris, mortalidade de animais silvestres ou mudanças nos ciclos ecológicos podem ser percebidas precocemente por essas populações, muitas vezes antes de qualquer registro nos sistemas formais de vigilância. Dessa forma, a produção de dados em saúde deixa de ser exclusivamente institucional e passa a incorporar dimensões relacionais e territoriais, nas quais o conhecimento técnico-científico e os saberes tradicionais se complementam (CASANOVA *et al.*, 2024). Essa integração não apenas amplia a sensibilidade dos sistemas de vigilância, mas também fortalece a legitimidade das ações de saúde pública junto às comunidades, favorecendo a adesão às medidas de prevenção e controle.

A atuação de agentes comunitários de saúde e de lideranças locais desempenha papel central nesse processo, ao estabelecer pontes entre os serviços de saúde e a população. Esses atores funcionam como mediadores sociotécnicos, traduzindo informações técnicas para a realidade local e, simultaneamente, levando aos serviços formais percepções e demandas do território. Em cenários de emergência sanitária, como surtos de zoonoses virais, essa mediação torna-se ainda mais relevante, permitindo a rápida mobilização comunitária e a implementação de medidas de contenção compatíveis com as especificidades culturais e sociais de cada contexto. Assim, a vigilância participativa não deve ser entendida como complemento secundário da vigilância institucional, mas como componente estruturante de sistemas de vigilância resilientes e territorializados (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023).

Paralelamente, a vigilância sentinela sindrômica configura-se como estratégia operacional fundamental para o monitoramento de doenças em contextos de limitada capacidade diagnóstica laboratorial. Diferentemente da vigilância baseada exclusivamente na confirmação etiológica, a abordagem sindrômica centra-se na identificação de conjuntos de sinais e sintomas que indicam a possível ocorrência de agravos de relevância epidemiológica. No caso das zoonoses virais, síndromes como febre aguda, manifestações hemorrágicas ou quadros neurológicos inespecíficos podem funcionar como indicadores iniciais da circulação de agentes infecciosos, permitindo a ativação precoce de medidas de investigação e resposta (NTSHOE *et al.*, 2021).

A aplicação da vigilância sindrômica em regiões remotas apresenta vantagens significativas, sobretudo pela sua capacidade de operar com recursos limi-

tados e pela rapidez na geração de informações. Em áreas onde o acesso a testes laboratoriais é restrito ou inexistente, a identificação de padrões sindrômicos permite a construção de uma vigilância sensível, ainda que menos específica, capaz de detectar alterações no perfil de adoecimento da população. Essa abordagem torna-se particularmente relevante na Amazônia, onde as barreiras geográficas e logísticas frequentemente impedem o diagnóstico laboratorial oportuno, exigindo estratégias adaptadas à realidade local (APPLEGATE *et al.*, 2024). No entanto, a menor especificidade da vigilância sindrômica implica a necessidade de integração com sistemas laboratoriais sempre que possível, a fim de confirmar etiologias e orientar intervenções mais direcionadas.

A articulação entre vigilância participativa e vigilância sindrômica potencializa a capacidade de detecção precoce de eventos de interesse em saúde pública, ao combinar a sensibilidade territorial das comunidades com a sistematização técnica dos dados sindrômicos. Essa integração permite a construção de sistemas de vigilância mais abrangentes e adaptáveis, capazes de responder às complexidades dos territórios e às limitações estruturais dos serviços de saúde. Entretanto, para que essa articulação seja efetiva, é necessário que os fluxos de comunicação entre comunidades e instituições sejam claros, contínuos e bidirecionais, evitando a fragmentação das informações e garantindo que os dados produzidos no território sejam incorporados aos sistemas formais de vigilância (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023).

A integração dos sistemas de vigilância humano–animal–ambiente constitui, nesse contexto, o elemento central para a consolidação de uma abordagem verdadeiramente alinhada aos princípios da Saúde Única. A circulação de patógenos zoonóticos não respeita fronteiras entre espécies ou setores institucionais, exigindo que os sistemas de monitoramento operem de forma articulada e interdisciplinar. Dados provenientes da vigilância epidemiológica humana, da saúde animal e do monitoramento ambiental devem ser integrados em plataformas capazes de permitir análise conjunta e identificação de padrões complexos de transmissão (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023; APPLEGATE *et al.*, 2024).

Os desafios para a implementação dessa integração são múltiplos e incluem barreiras institucionais, falta de interoperabilidade entre sistemas de informação, escassez de recursos e ausência de fluxos consolidados de comunicação entre setores. Em regiões como a Amazônia, esses desafios são agravados por fatores geográficos e logísticos, que dificultam a coleta, o transporte e a consolidação de dados em tempo oportuno. No entanto, avanços tecnológicos, como sistemas digitais de notificação, ferramentas de georreferenciamento e plataformas de comunicação remota, oferecem oportunidades para superar parte dessas limitações, desde que adaptados às condições locais e acompanhados de investimentos em capacitação profissional (APPLEGATE *et al.*, 2024; NTSHOE *et al.*, 2021).

A construção de sistemas integrados de vigilância exige, portanto, não apenas soluções tecnológicas, mas também mudanças na forma como a vigilância em saúde é concebida e operacionalizada. É necessário superar modelos fragmentados e verticalizados, adotando abordagens colaborativas que valorizem a interdisciplinaridade e a participação social. Nesse processo, o território deixa de ser apenas espaço de ocorrência de doenças e passa a ser compreendido como unidade central de análise e intervenção, no qual se articulam dimensões biológicas, sociais e ambientais da saúde (CASANOVA *et al.*, 2024).

Dessa forma, a vigilância integrada humano–animal–ambiente, quando sustentada por estratégias participativas e sindrômicas, configura-se como um modelo capaz de responder de maneira mais eficaz aos desafios impostos pelas zoonoses virais em contextos complexos. Ao articular conhecimento técnico, saberes locais e tecnologias de monitoramento, esse modelo amplia a capacidade de detecção precoce, fortalece a resposta em saúde pública e contribui para a construção de sistemas mais resilientes e equitativos. Em um cenário marcado pela crescente emergência de patógenos zoonóticos, a consolidação dessa abordagem representa não apenas uma necessidade técnica, mas uma estratégia essencial para a segurança sanitária em escala local e global (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023).

## Referências

- APPLEGATE, T. L. *et al.* Paving the way for quality assured, decentralised point-of-care testing for infectious disease in primary care. *Expert Review of Molecular Diagnostics*, v. 24, n. 12, p. 1125–1138, 2024.
- CASANOVA, A. O. *et al.* Vigilância em saúde entre povos indígenas no enfrentamento da COVID-19: uma revisão de escopo. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 29, n. 12, 2024.
- JESUS *et al.* Retrospective epidemiologic and genomic surveillance of arboviruses in 2023 in Brazil reveals high co-circulation of chikungunya and dengue viruses. *BMC Medicine*, v. 22, n. 1, 20 nov. 2024.
- NTSHOE, G. *et al.* A systematic review on mobile health applications for outbreak management. *BMC Public Health*, v. 21, p. 2228, 2021.
- TEIXEIRA, M. G. *et al.* Vigilância em Saúde no SUS - construção, efeitos e perspectivas. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 23, n. 6, p. 1811–1818, jun. 2018.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *One Health*. Geneva: WHO, 2023.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *One Health Joint Plan of Action (2022–2026): working together for the health of humans, animals, plants and the environment*. Geneva: WHO, 2022.





## Capítulo 4

# DIAGNÓSTICO E LOGÍSTICA EM REGIÕES REMOTAS

**Caio Henrique Corrêa Alves**

**Kisley Patrick de Souza Bernardes**

**Carlos Emanuel Carvalho de Sousa**

**Tuane Carolina de Souza Ferreira**



# 1 INTRODUÇÃO

O diagnóstico laboratorial de precisão constitui o componente central das estratégias de controle de doenças infecciosas, influenciando diretamente entre 50% e 70% das decisões médicas globais (CORNISH *et al.*, 2021). No contexto da vigilância epidemiológica, a identificação oportuna de agentes etiológicos é essencial para monitorar a dinâmica de transmissão e implementar medidas de contenção de surtos infecciosos (RABAAN *et al.*, 2021). O diagnóstico precoce representa elemento determinante para intervenções de saúde pública, reduzindo os dias de infectividade dos pacientes no território e mitigando o impacto de zoonoses emergentes, como as causadas pelo vírus Oropouche (*Oropouche virus*, OROV) e pelo vírus da febre amarela (*Yellow fever virus*, YFV) na Amazônia (CAUSER *et al.*, 2024). A logística em saúde pública é definida como o gerenciamento estratégico da cadeia de suprimentos e do fluxo de materiais biológicos, visando assegurar que o insumo ou a amostra cheguem ao destino com integridade preservada (RUSNACK, 2021). A organização logística em sistemas de saúde deve ser estruturada de forma integrada para suportar a cadeia operacional do diagnóstico, que compreende as etapas sequenciais de coleta, conservação, transporte e processamento laboratorial, conforme ilustrado na Figura 4 (SAINI *et al.*, 2021). A articulação entre os serviços de saúde locais e os laboratórios de referência é condição necessária para a fidedignidade analítica e a segurança sanitária (APPLEGATE *et al.*, 2024).

Figura 4. Fluxo operacional da cadeia diagnóstica de zoonoses virais em regiões remotas, compreendendo as etapas de coleta, conservação, transporte e processamento laboratorial



Fonte: elaborado pelos autores.

Contudo, regiões remotas e ambientes de difícil acesso apresentam características geográficas e ambientais que impõem barreiras naturais severas ao fluxo diagnóstico (RICHARD-GREENBLATT *et al.*, 2021). As vastas distâncias e a dependência de rotas fluviais ou terrestres precárias dificultam o acesso das populações aos serviços de saúde e laboratórios (ASSY *et al.*, 2021). Nesses cenários, a escassez de infraestrutura manifesta-se pela carência de equipamentos especializados e pela falta de profissionais capacitados para o manuseio de amostras de alto risco biológico (PEREZ *et al.*, 2025). A desigualdade no acesso ao diagnóstico laboratorial amplia a vulnerabilidade sanitária de comunidades ribeirinhas e povos indígenas, resultando em subnotificação e intervenções tardias (VILLAR *et al.*, 2022). A Bacia Amazônica, em particular, destaca-se por sua expressiva biodiversidade e pela presença de inúmeros reservatórios naturais que sustentam a circulação ativa de vírus zoonóticos, incluindo o *Dengue virus* (DENV), o *Mayaro virus* (MAYV) e hantavírus da família *Hantaviridae* (SANTANA *et al.*, 2025). Esse panorama ecológico eleva o risco de emergência e reemergência de patógenos, exigindo um sistema de vigilância epidemiológica robusto em áreas de fronteira (SANTANA *et al.*, 2025).

Os desafios para a detecção precoce de surtos na Amazônia são agravados pelo atraso no transporte de espécimes, que pode exceder sete dias e levar à degradação térmica dos ácidos nucleicos (RICHARD-GREENBLATT *et al.*, 2021). Falhas sistemáticas na cadeia do frio (do inglês *cold chain*) — sistema ininterrupto de armazenamento e transporte sob temperaturas controladas — comprometem a viabilidade viral e a sensibilidade dos ensaios moleculares, gerando resultados falso-negativos que facilitam a dispersão silenciosa de doenças (SAINI *et al.*, 2021). Diante de emergências sanitárias, a resposta rápida depende de uma logística eficiente capaz de mobilizar unidades móveis ou tecnologias no ponto de atendimento (do inglês *point-of-care*, POC) (APPLEGATE *et al.*, 2024). Torna-se necessário, portanto, fortalecer a capacidade diagnóstica local e organizar redes laboratoriais descentralizadas que integrem dados clínicos e epidemiológicos em tempo real, sobretudo para o monitoramento de arbovírus e hantavírus circulantes no bioma amazônico (CAUSER *et al.*, 2024). A consolidação de fluxos logísticos e diagnósticos resilientes em regiões remotas é componente fundamental para a proteção da biodiversidade e para a garantia da segurança em saúde global (SANTANA *et al.*, 2025).

## 2 COLETA ADEQUADA DE AMOSTRAS

A coleta de espécimes biológicos representa a etapa inicial e determinante da cadeia de diagnóstico, sendo o fator primário da fidedignidade dos resultados laboratoriais e da eficácia das ações de vigilância epidemiológica (CORNISH *et al.*, 2021). No contexto das zoonoses virais em regiões remotas, a precisão diagnóstica está intrinsecamente vinculada à manutenção da integridade molecular e bioquímica da amostra desde o ponto de coleta (SAINI *et al.*, 2021). Espécimes degradados por condições ambientais adversas ou coletados de forma tecnicamente deficiente resultam em subdiagnóstico, comprometendo a detecção oportuna de surtos de vírus como o DENV, o OROV e o MAYV e a implementação de medidas de contenção (SAINI *et al.*, 2021). Dessa forma, a coleta tecnicamente adequada constitui o fundamento para a identificação de patógenos emergentes, permitindo que a vigilância em saúde opere com dados confiáveis (APPLEGATE *et al.*, 2024).

A diversidade de amostras biológicas utilizadas no diagnóstico de doenças infecciosas inclui sangue total, soro, plasma, urina, fezes, *swabs* nasofaríngeos e tecidos biológicos (RICHARD-GREENBLATT *et al.*, 2021). O sangue total, frequentemente obtido por venopunção ou punção digital para testes de fluxo lateral (*point-of-care*), é essencial para a detecção de antígenos e ácidos nucleicos, sendo amplamente empregado na confirmação de infecções por arbovírus na fase virêmica aguda (ASSY *et al.*, 2021). A separação de soro e plasma requer procedimentos de centrifugação precisos, em que a escolha do anticoagulante, como o EDTA por sua robustez analítica, impacta diretamente a estabilidade de biomarcadores (SARATHKUMARA *et al.*, 2022). Em surtos de doenças respiratórias, os *swabs* nasofaríngeos e orofaríngeos são os espécimes preferenciais, exigindo técnica rigorosa para garantir a recuperação de carga viral suficiente (SAINI *et al.*, 2021). Para zoonoses de alta letalidade como a Raiva (*Lyssavirus rabies*) — transmitida por morcegos hematófagos do gênero *Desmodus* na Amazônia —, a coleta de tecido cerebral por métodos simplificados, como a técnica do canudo (*straw method*), minimiza os riscos biológicos inerentes à abertura do crânio em

ambientes de campo (MANANGGIT *et al.*, 2021).

A escolha do tipo de amostra e o momento da coleta devem obedecer a critérios técnicos rigorosos baseados na cinética viral e no período de incubação extrínseco (FOURNIOL *et al.*, 2021). Para arbovírus como o DENV e o OROV, a coleta em fase aguda — dentro dos primeiros cinco dias de sintomas — é mandatória para a detecção direta do agente por RT-PCR, enquanto volumes insuficientes podem gerar resultados falso-negativos, especialmente em plataformas moleculares sensíveis (RICHARD-GREENBLATT *et al.*, 2021). Em áreas remotas, a padronização por meio de Protocolos Operacionais Padrão (POP) é indispensável para mitigar variações técnicas entre diferentes profissionais de saúde (CAUSER *et al.*, 2024). Esses protocolos devem detalhar desde o posicionamento do paciente até o volume exato necessário para cada ensaio, garantindo a reprodutibilidade dos testes em redes descentralizadas (APPLEGATE *et al.*, 2024).

A biossegurança durante a coleta é condição prioritária, dado o potencial infeccioso desconhecido de cada amostra, especialmente em cenários de investigação de febre hemorrágica ou Raiva em populações ribeirinhas (CORNISH *et al.*, 2021). O uso rigoroso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), incluindo luvas, máscaras N95 e protetores faciais, é necessário para mitigar riscos ocupacionais, particularmente durante procedimentos que geram aerossóis, como a manipulação de *swabs* ou a aspiração de fluidos (PAWAR *et al.*, 2021). A prevenção da contaminação cruzada e da exposição ambiental exige a desinfecção sistemática das superfícies externas dos tubos e o descarte correto de resíduos biológicos perigosos (CORNISH *et al.*, 2021). O treinamento contínuo e a capacitação de profissionais que atuam nos serviços de saúde da atenção básica são fundamentais para assegurar que as práticas de biossegurança sejam mantidas mesmo sob a pressão de cenários epidêmicos (APPLEGATE *et al.*, 2024).

A identificação precisa e a rotulagem de cada amostra, acompanhadas do registro detalhado de dados clínicos e epidemiológicos, são componentes essenciais do controle de qualidade (PANDEY *et al.*, 2024). Erros como a rotulagem inadequada ou a ausência de informações sobre a data de início dos sintomas impedem a interpretação correta dos valores de ciclo de limiar (Ct) em testes de RT-PCR, ferramenta crítica para a confirmação de Hantavírus e arbovírus com carga viral variável (RABAAN *et al.*, 2021). A ausência de dados clínicos contextuais enfraquece a vigilância epidemiológica, impossibilitando o rastreamento de contatos e a análise da dinâmica de transmissão territorial (CORNISH *et al.*, 2021). Portanto, cada espécime deve ser tratado como uma unidade de informação epidemiológica única, exigindo rigor documental em todas as etapas (PANDEY *et al.*, 2024).

Os desafios operacionais em regiões remotas como a Bacia Amazônica impõem barreiras geográficas severas que dificultam o transporte de amostras refrigeradas sob cadeia do frio (VILLAR *et al.*, 2022). A escassez de infraestrutura laboratorial local e a dependência de centros de referência distantes resultam em tempos de transporte que frequentemente excedem o limite de estabilidade das amostras convencionais, comprometendo especialmente o diagnóstico molecular de hantavírus e de arbovírus com RNA de meia-vida curta (RICHARD-GREENBLATT *et al.*, 2021). Nesses cenários, a adoção de meios de transporte quimicamente inativantes que preservam o material genético em temperatura ambiente constitui estratégia aplicável para expandir o acesso ao diagnóstico; entre os mais indicados destacam-se o eNAT (Copan), o SSTM (*Specimen Trans-*



*port and Storage Medium*) e o meio de transporte viral (VTM) com guanidina, todos capazes de estabilizar ácidos nucleicos de arbovírus e hantavírus por períodos de sete a 14 dias sem necessidade de refrigeração ativa (SAINI *et al.*, 2021; RICHARD-GREENBLATT *et al.*, 2021). Além disso, o uso de manchas de sangue seco (do inglês *Dried Blood Spots*, DBS) tem se mostrado alternativa viável e de baixo custo para a vigilância de zoonoses em populações ribeirinhas e povos originários da Amazônia, permitindo o armazenamento prolongado sem necessidade de eletricidade constante (LI *et al.*, 2024). A padronização desses procedimentos em áreas de difícil acesso é necessária para garantir a segurança sanitária e a equidade no atendimento à saúde nessas populações (APPLEGATE *et al.*, 2024).

### 3 CONSERVAÇÃO E TRANSPORTE DE AMOSTRAS

A preservação da integridade molecular e biológica dos espécimes clínicos constitui o fator primário para a fidedignidade do diagnóstico laboratorial e a eficácia das ações de vigilância epidemiológica em zoonoses virais (SAINI *et al.*, 2021). No contexto do diagnóstico em regiões remotas, a conservação adequada das amostras representa o elo mais crítico da cadeia diagnóstica, uma vez que a estabilidade dos vírus é severamente influenciada pelas variações drásticas das condições ambientais, sobretudo nas regiões de alta temperatura e umidade da Amazônia (RICHARD-GREENBLATT *et al.*, 2021). A viabilidade de patógenos virais e a estabilidade de seus ácidos nucleicos apresentam relação inversamente proporcional à temperatura ambiente, sendo que a exposição ao calor tropical acelera processos de oxidação e degradação enzimática particularmente relevantes para arbovírus de RNA como o DENV e o OROV (SARATHKUMARA *et al.*, 2022). O impacto direto da degradação da amostra no diagnóstico laboratorial manifesta-se pelo aumento artificial dos valores de ciclo de limiar (Ct) em ensaios de RT-PCR ou, em cenários de degradação total, pela ausência de sinal detectável (RABAAN *et al.*, 2021). Tais falhas resultam invariavelmente em resultados falso-negativos, que comprometem o manejo clínico individual e a detecção oportuna de eventos de emergência em saúde pública (SAINI *et al.*, 2021). Assim, a manutenção rigorosa da qualidade da amostra desde o ponto de coleta primário até o processamento final é indispensável para evitar o subdiagnóstico territorial (SAINI *et al.*, 2021).

O conceito de cadeia do frio (do inglês *cold chain*) refere-se ao sistema ininterrupto de armazenamento e transporte de materiais biológicos sob faixas de temperatura estritamente controladas para garantir a estabilidade analítica (SAINI *et al.*, 2021). Para a conservação de curto prazo de espécimes de zoonoses agudas como as arboviroses, a refrigeração entre 2°C e 8°C é o padrão mínimo aceitável para preservar a infectividade viral e a integridade do RNA (DAS, 2021). Entretanto, para a manutenção da estabilidade de biomarcadores sensíveis por períodos superiores a 72 horas, o congelamento em temperaturas de -20°C ou, idealmente, -80°C torna-se necessário para paralisar a atividade enzimática residual degradativa (LI *et al.*, 2024). Em expedições de campo para pesquisa de reservatórios silvestres de hantavírus e outros patógenos emergentes na Amazônia, o uso de nitrogênio líquido em recipientes criogênicos portáteis (-196°C) representa o padrão de referência para a conservação (RUSNACK, 2021). A falha técnica em qualquer etapa deste sistema logístico pode inviabilizar o diagnóstico de surtos e comprometer meses de esforço de coleta em comunidades isola-

das (LI *et al.*, 2024).

Os métodos de conservação de amostras biológicas em ambientes de difícil acesso variam conforme a disponibilidade de infraestrutura elétrica e o tempo estimado de trânsito fluvial ou terrestre (SOUMARE *et al.*, 2021). A refrigeração convencional com caixas térmicas e gelo reciclável é o método mais difundido nos postos de saúde da Amazônia, embora sua autonomia térmica seja extremamente limitada em regiões de alta temperatura e umidade (SOUMARE *et al.*, 2021). O uso de gelo seco (CO<sub>2</sub> sólido) é necessário para o transporte de materiais biológicos que exigem congelamento profundo, como amostras suspeitas de Hantavíruses e febres hemorrágicas, apesar dos desafios logísticos para sua reposição em áreas remotas (CORNISH *et al.*, 2021). Em cenários amazônicos de extrema distância, o uso de tanques de nitrogênio líquido é frequentemente a única alternativa técnica viável para preservar espécimes de vida selvagem e reservatórios zoonóticos coletados em campo (LI *et al.*, 2024). O planejamento do tempo máximo de transporte deve considerar que atrasos logísticos resultam em perdas exponenciais de carga viral detectável, comprometendo sobretudo o diagnóstico de vírus RNA lábeis como o OROV e o YFV (RICHARD-GREENBLATT *et al.*, 2021).

O monitoramento contínuo da temperatura é exigência normativa para validar a qualidade do material biológico durante o trânsito (RUSNACK, 2021). O emprego de termômetros de precisão e registradores digitais de dados (do inglês *data loggers*) permite a documentação técnica de excursões térmicas que possam ter ocorrido durante o trajeto fluvial, fornecendo evidência objetiva da adequação da amostra para o laboratório receptor (RUSNACK, 2021; SAINI *et al.*, 2021). Sistemas modernos baseados em Internet das Coisas (IoT) possibilitam o acompanhamento remoto e em tempo real das condições de armazenamento, com emissão de alertas automáticos em caso de falhas nos equipamentos de refrigeração (APPLEGATE *et al.*, 2024). A ausência de monitoramento sistemático impede que o laboratório de referência valide a adequação técnica da amostra, podendo gerar dados epidemiológicos distorcidos para a vigilância de zoonoses virais na região (RICHARD-GREENBLATT *et al.*, 2021). Em postos de saúde isolados, a utilização de dispositivos de suprimento de energia ininterrupta (UPS) é recomendada para mitigar o impacto das oscilações elétricas sobre os equipamentos de refrigeração (APPLEGATE *et al.*, 2024).

A embalagem de material biológico deve seguir rigorosamente o sistema de tripla camada para assegurar a biossegurança e prevenir a contaminação ambiental (CORNISH *et al.*, 2021). A embalagem primária consiste no recipiente estanco e rotulado que contém diretamente o espécime clínico (PANDEY *et al.*, 2024). A embalagem secundária atua como barreira física adicional e deve conter material absorvente suficiente para reter todo o volume biológico em caso de ruptura acidental (CORNISH *et al.*, 2021). A embalagem terciária, ou recipiente externo de transporte, deve ser robusta para suportar tensões mecânicas e apresentar a rotulagem de risco biológico, as especificações de temperatura exigidas, bem como os dados de identificação do local de coleta e o horário de coleta do espécime, informações indispensáveis para a rastreabilidade e a interpretação laboratorial (CORNISH *et al.*, 2021). Este sistema protege a integridade molecular da amostra e garante a segurança ocupacional dos profissionais envolvidos na logística (CORNISH *et al.*, 2021).

As normas de biossegurança classificam o material biológico infeccioso em Categorias A e B, exigindo procedimentos de manuseio e documentação dife-

renciados (CORNISH *et al.*, 2021). A Categoria A abrange patógenos de alto risco, como o vírus da Raiva (*Lyssavirus rabies*) e hantavírus causadores de síndrome cardiopulmonar — ambos prevalentes na Amazônia —, exigindo embalagens certificadas e transporte especializado (CORNISH *et al.*, 2021). Os riscos biológicos são agravados em regiões remotas pelas vibrações mecânicas intensas durante o transporte em embarcações de pequeno porte (LI *et al.*, 2024). O transporte fluvial constitui a principal via logística na Bacia Amazônica; contudo, os longos tempos de navegação impõem desafios críticos à autonomia térmica das amostras (RICHARD-GREENBLATT *et al.*, 2021). Em emergências sanitárias, o transporte aéreo é mobilizado para o envio célere de espécimes a centros de referência, exigindo conformidade com regulações internacionais de aviação civil (CORNISH *et al.*, 2021).

A logística em áreas de difícil acesso enfrenta barreiras estruturais severas, como as vastas distâncias geográficas entre comunidades ribeirinhas e laboratórios de referência (RICHARD-GREENBLATT *et al.*, 2021). Na Amazônia, o tempo de transporte pode exceder sete dias em razão da complexidade das rotas e da sazonalidade do nível dos rios, período durante o qual amostras de RNA viral não protegidas são sujeitas à degradação progressiva (RICHARD-GREENBLATT *et al.*, 2021). A alta umidade ambiental nessas regiões favorece a degradação física de rótulos e a proliferação fúngica em materiais porosos, comprometendo a rastreabilidade dos espécimes (LI *et al.*, 2024). Falhas na cadeia do frio resultam na perda da viabilidade viral, inviabilizando o isolamento do agente e o sequenciamento genômico necessário para caracterizar variantes de arbovírus emergentes (SAINI *et al.*, 2021). Esse cenário dificulta a compreensão da dinâmica de transmissão de zoonoses virais em tempo real e a detecção de variantes genéticas de DENV, OROV e hantavírus na região amazônica (SAINI *et al.*, 2021). Tecnologias como as manchas de sangue seco (DBS) e os meios de transporte quimicamente inativantes representam estratégias de mitigação aplicáveis a esses contextos, estabilizando o material genético viral sem necessidade de cadeia do frio ininterrupta (LI *et al.*, 2024; VILLAR *et al.*, 2022).

## 4 ESTRATÉGIAS DIAGNÓSTICAS EM REGIÕES REMOTAS SEM LABORATÓRIO LOCAL

A implementação de serviços de saúde em regiões remotas como a Bacia Amazônica é frequentemente limitada pela ausência de infraestrutura laboratorial e pela escassez de profissionais especializados em diagnóstico de doenças infecciosas (ASSY *et al.*, 2021). A carência de instalações com nível de biossegurança 2 (BSL-2) nessas áreas rurais exige que as amostras biológicas sejam transportadas para centros urbanos, o que impõe atrasos críticos no acesso a exames laboratoriais para confirmação de zoonoses virais como Hantavirose e arbovirose (RICHARD-GREENBLATT *et al.*, 2021). Esse distanciamento geográfico resulta em retardo sistemático no diagnóstico, aumentando o risco de disseminação descontrolada de vírus como o OROV e o MAYV em populações sem imunidade prévia (SAINI *et al.*, 2021). O impacto desse atraso compromete a capacidade do sistema de saúde de monitorar a dinâmica de transmissão em tempo real (CAUSER *et al.*, 2024). As populações ribeirinhas e povos originários da Amazônia, em razão do isolamento geográfico, são particularmente vulneráveis à subnotificação e à falta de intervenções oportunas para zoonoses de alta mortalidade (ASSY *et al.*, 2021).

## 4.1 Testes rápidos no ponto de atendimento

Para mitigar essas limitações, o uso de testes rápidos no ponto de atendimento (POC) tem se consolidado como a estratégia de maior aplicabilidade imediata para a descentralização diagnóstica em áreas sem laboratório (APPLEGATE *et al.*, 2024). Testes imunocromatográficos, conhecidos como dispositivos de fluxo lateral (do inglês *lateral flow devices*, LFD), permitem a identificação de antígenos ou anticorpos sem a necessidade de equipamentos complexos ou fornecimento estável de eletricidade (MANANGGIT *et al.*, 2021). Na Amazônia brasileira, testes LFD de detecção de antígeno NS1 para o DENV e testes sorológicos para o YFV têm sido empregados para triagem inicial em postos de saúde de comunidades ribeirinhas, gerando alertas epidemiológicos antes da confirmação laboratorial centralizada (ASSY *et al.*, 2021). Para a Raiva transmitida por morcegos hematófagos na Amazônia, a combinação de LFDs com o método do canudo (*straw method*) para coleta de tecido cerebral animal permite a vigilância em áreas isoladas onde a necropsia convencional é inviável (MANANGGIT *et al.*, 2021). Embora esses testes ofereçam agilidade e baixo custo, sua sensibilidade e especificidade variam entre fabricantes, exigindo cautela na interpretação de resultados negativos e confirmação molecular sempre que possível (KIMITSUKI *et al.*, 2020).

## 4.2 Diagnóstico molecular portátil

Em complemento aos testes rápidos, plataformas de PCR portátil representam avanço técnico relevante para o fortalecimento da vigilância em áreas remotas (APPLEGATE *et al.*, 2024). Sistemas como o GeneXpert têm sido integrados em unidades de atenção primária em locais isolados para o diagnóstico etiológico de infecções por arbovírus, permitindo que o tratamento seja iniciado no mesmo dia da coleta e reduzindo os dias de infectividade dos pacientes no território (CAUSER *et al.*, 2024). Para viabilizar a biologia molecular em áreas sem cadeia de frio, meios de transporte inovadores como o SSTM (do inglês *Specimen Transport and Storage Medium*) e o eNAT permitem a estabilização de ácidos nucleicos de arbovírus e hantavírus em temperatura ambiente por até 14 dias, tornando o diagnóstico molecular viável mesmo após atrasos logísticos superiores a uma semana (SAINI *et al.*, 2021; RICHARD-GREENBLATT *et al.*, 2021). Esses meios também inativam quimicamente os vírus no momento da coleta, eliminando o risco de geração de aerossóis infecciosos durante o transporte fluvial ou terrestre (SAINI *et al.*, 2021).

## 4.3 Infraestrutura avançada e integração digital

Para resposta a emergências sanitárias de maior escala, a organização de laboratórios móveis e unidades itinerantes com capacidade de biossegurança BSL-2 / NB-2 representa estratégia eficaz para cobrir surtos de patógenos emergentes em áreas de difícil acesso (PAWESKA *et al.*, 2017). A logística nessas regiões tem igualmente incorporado o uso de drones para o transporte rápido de espécimes biológicos e suprimentos médicos, superando barreiras geográficas extremas como igarapés e áreas alagadas (GUPTA *et al.*, 2023). O modelo de rede radial (do inglês *hub-and-spoke*), em que centros regionais equipados recebem



amostras de múltiplos postos de saúde periféricos, otimiza o uso de recursos laboratoriais limitados e reduz o tempo total até o diagnóstico (RICHARD-GREENBLATT *et al.*, 2021). A integração tecnológica é potencializada pela telemedicina e por sistemas de comunicação remota que conectam profissionais de saúde locais a especialistas em centros de referência para interpretação de resultados de testes POC e tomada de decisão clínica (PEREZ *et al.*, 2025). O emprego de inteligência artificial (IA) em dispositivos de imagem no ponto de atendimento auxilia profissionais não especializados na triagem de condições críticas como a síndrome cardiopulmonar por hantavírus (PEREZ *et al.*, 2025).

A vigilância sindrômica baseada em aplicativos de saúde móvel (do inglês *mobile Health*, mHealth) permite que dados epidemiológicos sejam notificados em tempo real a partir do campo, encurtando o intervalo entre a detecção de casos suspeitos e a resposta institucional (NTSHOE *et al.*, 2021). Sistemas como o MyMAFI demonstraram que a digitalização das informações melhora a pontualidade do reporte em comparação com métodos baseados em papel, contribuindo para o monitoramento de doenças febris agudas de etiologia zoonótica em territórios remotos (NTSHOE *et al.*, 2021). A conectividade por satélite ou redes celulares é condição necessária para garantir que as notificações de zoonoses alcancem os níveis centrais de vigilância sem interrupções (APPLEGATE *et al.*, 2024). No entanto, os custos operacionais dessas estratégias diagnósticas são influenciados pelo volume de testes, sendo mais eficientes quando integrados em plataformas de múltiplas doenças que compartilhem equipamentos e logística (MSOKA *et al.*, 2024). A viabilidade dessas abordagens em regiões remotas depende não apenas da tecnologia, mas do treinamento contínuo de pessoal local em protocolos de biossegurança e manuseio de equipamentos (APPLEGATE *et al.*, 2024).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diagnóstico e a logística em regiões remotas constituem elos críticos da cadeia de vigilância de zoonoses virais na Amazônia, determinando a capacidade do sistema de saúde de detectar precocemente surtos de arbovírus, hantavírus e outros patógenos de origem silvestre. A coleta tecnicamente adequada, a conservação rigorosa da cadeia do frio e o transporte organizado de espécimes são condições interdependentes, cuja falha em qualquer etapa compromete a fidedignidade dos resultados e retarda as intervenções de controle. As barreiras estruturais impostas pelas vastas distâncias geográficas, pela precariedade de infraestrutura e pela escassez de profissionais especializados exigem soluções escalonadas, que combinem tecnologias simples e acessíveis — como os testes de fluxo lateral e as manchas de sangue seco — com plataformas de maior complexidade, como o PCR portátil e os laboratórios móveis, conforme a disponibilidade de recursos em cada território.

A integração entre ferramentas diagnósticas descentralizadas, sistemas de notificação digital em tempo real e modelos de rede logística radial representa o caminho mais efetivo para superar o isolamento geográfico e garantir equidade no acesso ao diagnóstico para populações ribeirinhas e povos originários da Amazônia. O fortalecimento dessas capacidades, aliado à capacitação contínua de profissionais locais e ao respeito às especificidades culturais das comunidades, é condição necessária para a sustentabilidade das redes de vigilância em longo prazo. O investimento em infraestrutura diagnóstica resiliente na Amazô-

nia configura, portanto, medida de biossegurança de amplo impacto, tanto para a proteção das populações locais quanto para a segurança sanitária global frente às ameaças representadas pelas zoonoses virais emergentes no bioma.

## Referências

- APPLEGATE, T. L. *et al.* Paving the way for quality assured, decentralised point-of-care testing for infectious disease in primary care: real world lessons from remote Australia. *Expert Review of Molecular Diagnostics*, v. 24, n. 12, p. 1125-1138, 2024.
- ASSY, J. G. P. L. *et al.* High prevalence of cryptococcal antigenemia using a finger-prick lateral flow assay in individuals with advanced HIV disease in Santarém Municipality, Brazilian Amazon Basin. *Medical Mycology*, v. 59, p. 909-915, 2021.
- CAUSER, L. M. *et al.* Clinical effectiveness and analytical quality of a national point-of-care testing network for sexually transmitted infections integrated into rural and remote primary care clinics in Australia, 2016-2022: an observational program evaluation. *The Lancet Regional Health – Western Pacific*, v. 48, p. 101110, 2024.
- CORNISH, N. E. *et al.* Clinical laboratory biosafety gaps: lessons learned from past outbreaks reveal a path to a safer future. *Clinical Microbiology Reviews*, v. 34, n. 3, p. e00126-18, 2021.
- DAS, M. K. COVID-19 vaccine and the cold chain implications for global adoption. *Indian Journal of Public Health*, v. 65, p. 307-310, 2021.
- FOURNIOL, L. *et al.* A laboratory-based study to explore the use of honey-impregnated cards to detect chikungunya virus in mosquito saliva. *PLoS ONE*, v. 16, n. 4, p. e0249471, 2021.
- GUPTA, P. *et al.* Achieving health equity through healthcare technology: perspective from India. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, v. 12, p. 1814-1817, 2023.
- KIMITSUKI, K. *et al.* Evaluation of the diagnostic accuracy of lateral flow devices as a tool to diagnose rabies in post-mortem animals. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, v. 14, n. 11, p. e0008844, 2020.
- LI, J. *et al.* Nucleic acid degradation after long-term dried blood spot storage. *Molecular Ecology Resources*, v. 24, n. 6, p. e13979, 2024.
- MANANGGIT, M. R. *et al.* Lateral flow devices for samples collected by the straw method: a rapid and simple diagnostic tool for animal rabies surveillance. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, v. 15, n. 11, p. e0009891, 2021.
- MSOKA, P. F. *et al.* Implementation research outcomes of (near) point of care HIV viral load monitoring for people living with HIV in low- and middle-income countries: a systematic review. *PLOS ONE*, v. 19, n. 10, p. e0313802, 2024.
- NTSHOE, G. *et al.* A systematic review on mobile health applications for foodborne disease outbreak management. *BMC Public Health*, v. 21, p. 2228, 2021.
- PANDEY, A. *et al.* Protocol for the processing, cryopreservation, and biobanking of patient-derived cells and tissues. *STAR Protocols*, v. 5, p. 103287, 2024.
- PAWAR, S. D. *et al.* Selection and applications of biological safety cabinets with an emphasis on SARS-CoV-2. *Review of Scientific Instruments*, v. 92, p. 081401, 2021.
- PAWESKA, J. T. *et al.* South African Ebola diagnostic response in Sierra Leone: a modular high biosafety field laboratory. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, v. 11, n. 1, p. e0005665, 2017.
- PEREZ, K. *et al.* Investigation into application of AI and telemedicine in rural communities: a systematic literature review. *Healthcare*, v. 13, n. 3, p. 324, 2025.
- RABAAN, A. A. *et al.* Cycle threshold (Ct) values of SARS-CoV-2 real-time RT-PCR as a relative measure of viremia: utility and challenges. *Diagnostics*, v. 11, n. 6, p. 1091, 2021.
- RICHARD-GREENBLATT, M. *et al.* Copan eNAT transport system to address challenges in COVID-19 diagnostics in regions with limited testing access. *Journal of Clinical Microbiology*, v. 59, n. 4, 2021.
- RUSNACK, M. Improving vaccine safety by using an algorithmic model as a replacement for a

physical thermal buffer. *Innovations in Pharmacy*, v. 9, n. 1, p. 10, 2021.

SAINI, V. *et al.* Novel specimen transport medium improves COVID-19 molecular diagnosis. *Microbiology Spectrum*, v. 9, n. 3, 2021.

SANTANA, M. S. *et al.* Molecular detection of filarioid nematodes (*Nematoda: Onchocercidae*) in wild mammals from different Brazilian biomes. *Parasitology*, v. 152, p. 1387-1397, 2025.

SARATHKUMARA, Y. D. *et al.* The effect of tropical temperatures on the quality of RNA extracted from stabilized whole-blood samples. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 23, p. 10609, 2022.

SOUMARE, A. *et al.* A simple, reliable, field applicable method for storage and transport of gametocyte infected blood using a thermos flask. *Malaria Journal*, v. 20, p. 191, 2021.

VILLAR, L. M. *et al.* Feasibility of dried blood spot for hepatitis C diagnosis in vulnerable subjects and people living in remote areas from Brazil. *BMC Infectious Diseases*, v. 22, n. 804, 2022.



## Capítulo 5

# RESPOSTA INICIAL A SURTOS: O PAPEL DECISIVO DAS PRIMEIRAS 72 HORAS

Ana Carolina Candido dos Santos  
Maria Julia Quezado Andrade de Melo  
Carlos Henrique Xavier Conceição  
Lorena de Oliveira Tannus  
Tuane Carolina de Souza Ferreira





A resposta inicial a um surto representa uma etapa crítica no controle de eventos epidemiológicos, sendo crucial para limitar a propagação da doença, reduzir morbimortalidade e orientar a tomada de decisões em saúde pública. Esse momento exige uma atuação rápida, coordenada e baseada em evidências científicas, envolvendo vigilância epidemiológica, assistência à saúde, comunicação de risco e medidas de biossegurança. As primeiras 72 horas são decisivas porque correspondem ao período em que a identificação do agente, a contenção da transmissão e a organização da resposta institucional podem alterar significativamente o curso do evento (BONITA; BEAGLEHOLE; KJELLSTRÖM, 2006; CDC, 2012).

Nesse contexto, a atuação deve ser guiada por protocolos anteriormente estabelecidos, com a mobilização dos sistemas de vigilância e notificação. A confirmação da existência de um surto, definido como a ocorrência de casos acima do esperado para determinada população ou período, é seguida pela verificação diagnóstica e pela caracterização inicial dos casos em tempo, lugar e pessoa. Essa análise descritiva permite a formulação de hipóteses sobre a fonte da infecção e os modos de transmissão, orientando intervenções precoces (BRASIL, 2022).

As primeiras 72 horas após a detecção de um possível surto são consideradas a “janela de ouro” da intervenção epidemiológica. Nesse período, ações estratégicas devem ser implementadas de forma simultânea e integrada. Inicialmente, destaca-se a necessidade de notificação imediata às autoridades sanitárias competentes, conforme os regulamentos nacionais e internacionais, como o Regulamento Sanitário Internacional (RSI), instrumento jurídico da Organização Mundial da Saúde que orienta a notificação e a resposta a eventos de saúde pública de importância internacional (WHO, 2005). A comunicação precoce garante mobilização de recursos, apoio técnico e articulação interinstitucional (BONITA; BEAGLEHOLE; KJELLSTRÖM, 2006).

Em seguida, é necessário executar uma investigação epidemiológica preliminar, com definição de caso, busca ativa de novos casos e coleta sistemática de dados clínicos, laboratoriais e epidemiológicos. A construção de uma definição de caso operacional é essencial para padronizar a identificação dos indivíduos afetados e permitir uma comparação entre os dados. Além disso, a coleta de amostras biológicas deve ser realizada de maneira adequada, respeitando normas técnicas para garantir a confiabilidade dos exames laboratoriais (CDC, 2012).

Ademais, outro aspecto fundamental nas primeiras 72 horas é a implementação de medidas imediatas de controle, mesmo antes da confirmação etiológica definitiva. Entre elas estão o isolamento de casos suspeitos ou confirmados, rastreamento e monitoramento de contatos, restrição de circulação em áreas afetadas e adoção de práticas de higiene e desinfecção. Em cenários específicos, como surtos em áreas rurais ou ribeirinhas, estratégias adaptadas devem ser empregadas, considerando limitações de acesso, infraestrutura e recursos humanos (BRASIL, 2022).

A organização da resposta também envolve acionar centros de operações de emergência em saúde pública, para coordenação centralizada das ações, definição de fluxos de comunicação e integração entre vigilância, assistência e gestão. A transparência e a comunicação de risco também são essenciais, devendo ser claras, baseadas em evidências e direcionadas tanto à população quanto aos profissionais de saúde, a fim de evitar pânico e combater a desinformação.

## 1 BIOSSEGURANÇA

A biossegurança representa um dos pilares fundamentais na resposta a surtos, abrangendo não apenas a proteção dos profissionais de saúde e demais trabalhadores envolvidos, mas também a preservação do meio ambiente. A exposição ocupacional a agentes infecciosos constitui risco significativo, podendo comprometer não apenas a saúde individual, mas também a capacidade de resposta do sistema de saúde, caso haja afastamento de trabalhadores adoecidos. Além disso, a biossegurança envolve o manejo adequado de resíduos e rejeitos biológicos, químicos e perfurocortantes, de modo a evitar a contaminação ambiental e a propagação de agentes patogênicos fora dos serviços de saúde, reforçando seu caráter amplo e integrado (REIS; GALINDO, 2024).

Nesse contexto, a adoção de medidas de biossegurança deve seguir rigorosamente normas técnicas e diretrizes institucionais, incluindo o uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), conforme estabelecido pela Norma Regulamentadora nº 6 (NR-6), que dispõe sobre a obrigatoriedade, fornecimento e uso desses dispositivos nos ambientes de trabalho. Entre os principais EPIs utilizados destacam-se luvas, máscaras, aventais, óculos de proteção e respiradores, cuja indicação varia de acordo com o nível de risco e a via de transmissão do agente etiológico (WHO, 2020). A escolha dos EPIs deve ser baseada em avaliação criteriosa dos riscos ocupacionais, considerando não apenas a exposição a agentes biológicos, mas também a possíveis riscos químicos, físicos e radioativos, além de fatores como o tipo de procedimento realizado e as condições do ambiente de trabalho (REIS; GALINDO, 2024).

Além do uso de EPIs, práticas seguras de trabalho são essenciais para reduzir o risco de infecção e de disseminação. Isso inclui higienização frequente das mãos, descarte adequado de resíduos biológicos, desinfecção de superfícies e equipamentos, e adoção de protocolos para coleta, transporte e processamento de amostras (WHO, 2020). A capacitação contínua dos profissionais é indispensável, garantindo que todos compreendam e apliquem corretamente as medidas de proteção (REIS; GALINDO, 2024).

Outro componente relevante da biossegurança é a organização dos fluxos assistenciais, com separação de áreas limpas e contaminadas, definição de rotas de circulação e implementação de barreiras físicas quando necessário. Em serviços de saúde, a criação de áreas específicas para atendimento de casos suspeitos contribui para reduzir a transmissão cruzada entre pacientes e profissionais.

Adicionalmente, é fundamental assegurar o monitoramento da saúde dos trabalhadores expostos, incluindo vigilância de sintomas, testagem quando indicada e suporte psicológico. Isso porque situações de surtos frequentemente geram estresse, sobrecarga de trabalho e impacto emocional, tornando imprescindível a adoção de estratégias de cuidado integral aos profissionais de saúde.

Logo, a biossegurança deve ser compreendida como responsabilidade coletiva e institucional, exigindo não apenas a adesão individual às normas, mas também o compromisso das organizações em fornecer condições adequadas de trabalho, insumos suficientes e treinamento apropriado. A proteção do trabalhador é, portanto, um elemento essencial para a sustentabilidade e eficácia da resposta a surtos.

Por fim, consolidação das medidas de biossegurança, embora essencial para

a proteção dos profissionais e para a contenção da transmissão em ambientes assistenciais, não se esgota no espaço institucional dos serviços de saúde. Em cenários de surtos, especialmente em contextos territoriais diversos, torna-se necessário expandir essas estratégias para o campo da vigilância epidemiológica, onde o controle da disseminação depende diretamente da identificação precoce de casos e da interrupção das cadeias de transmissão. Nesse sentido, o rastreamento de contatos emerge como uma extensão prática dos princípios da biossegurança, pois permite reduzir a exposição de indivíduos suscetíveis, orientar medidas de isolamento e fortalecer o monitoramento ativo da doença. (REIS; GALINDO, 2024; WHO, 2020).

## 2 RASTREAMENTO DE CONTATOS EM ÁREAS RIBEIRINHAS E RURAIS

As populações ribeirinhas que vivem em pequenas comunidades às margens de rios, lagos e igarapés são oriundas, em grande parte, da miscigenação entre indígenas, colonizadores portugueses e africanos. Sua subsistência está ligada aos ciclos de sazonalidade dos rios, baseando-se na agricultura de pequena escala, no extrativismo e na pesca (COSTA *et al.*, 2023). Apesar da riqueza cultural e da profunda conexão com a natureza, essas comunidades enfrentam exclusão social e pobreza, agravadas pela ausência de políticas públicas essenciais como saneamento básico, saúde adequada e educação de qualidade (PINHEIRO *et al.*, 2021).

O isolamento geográfico é um dos maiores desafios: a dificuldade de acesso à zona urbana, que muitas vezes exige dias de viagem por via fluvial, associada à precariedade da infraestrutura mínima, impõe sérias limitações à assistência à saúde. Essa realidade contrasta com os princípios do SUS, pois a Atenção Primária à Saúde, quando presente, mostra-se insuficiente e distante do que estabelece a Política Nacional de Atenção Básica (PINHEIRO *et al.*, 2021; BEZERRA *et al.*, 2022).

Estudos indicam que essas populações apresentam um perfil de adoecimento complexo: de um lado, alta carga de doenças infecciosas negligenciadas, como malária, hanseníase, tuberculose, doença de Chagas, hepatites virais e parasitoses intestinais, relacionadas às condições precárias de saneamento e à exposição a vetores (PINHEIRO *et al.*, 2021; ALENCAR, 2021); de outro, observa-se uma transição no perfil nutricional e metabólico, com aumento significativo do sobrepeso, obesidade e doenças crônicas não transmissíveis, como a hipertensão, atribuído a mudanças nos hábitos alimentares e à redução das atividades físicas tradicionais (COSTA *et al.*, 2023; BEZERRA *et al.*, 2022). Nesse contexto desafiador, a vigilância epidemiológica em campo surge como ferramenta indispensável para o diagnóstico precoce, o controle de surtos e a compreensão da dinâmica das doenças, exigindo estratégias adaptadas às realidades locais.

Nas comunidades ribeirinhas e rurais da Amazônia, essa vigilância demanda uma abordagem diferenciada, que transcende os modelos urbanos. As barreiras geográficas, a dependência de transporte fluvial e a sazonalidade dos rios impõem uma logística complexa e custosa, exigindo expedições de longa duração para acessar populações dispersas (COSTA *et al.*, 2023; PINHEIRO *et al.*, 2021).

O principal desafio para o rastreamento de contatos e a busca ativa de casos é a dificuldade de acesso: diferentemente das áreas urbanas, os ribeirinhos dependem quase exclusivamente de Unidades Básicas de Saúde Fluviais ou de

ações esporádicas de equipes volantes. O deslocamento pode durar dias, e a falta de comunicação inviabiliza alertas rápidos em situações de surto. Além disso, a infraestrutura local é precária, com postos de saúde de equipe reduzida e Agentes Comunitários de Saúde (ACS's) que, embora essenciais, enfrentam grandes áreas de cobertura e limitações de recursos (PINHEIRO *et al.*, 2021).

Na Amazônia, a vigilância em campo precisa estar atenta a um amplo espectro de doenças. A malária, hiperendêmica em muitas áreas ribeirinhas, exige diagnóstico rápido e tratamento imediato *in loco*, além de controle vetorial (ALENCAR, 2021). Hanseníase e tuberculose, apesar de curáveis, apresentam desafios relacionados à adesão ao tratamento e ao rastreamento de contatos intradomiciliares. Outras doenças negligenciadas, como a Febre Oropouche, doença de Chagas e parasitoses intestinais, refletem a falta de saneamento básico e exigem inquéritos populacionais ativos e educação em saúde (ALENCAR, 2021; COSTA *et al.*, 2023).

Dada a impossibilidade de replicar o modelo urbano, as estratégias bem-sucedidas têm se baseado na capacitação e valorização dos Agentes Comunitários e de Combate às Endemias, que residem nas próprias comunidades e são o elo mais efetivo entre o sistema de saúde e a população; no uso de testes rápidos e tecnologias portáteis para diagnóstico imediato; em expedições de saúde programadas, como o “Novo Tempo nas Águas” e o “Projeto Luzeiro”, que combinam atenção primária, vigilância e educação em saúde (COSTA *et al.*, 2023; BEZERRA *et al.*, 2022); e no monitoramento de determinantes sociais, como qualidade da água, presença de vetores e condições de moradia.

Por fim, a vigilância epidemiológica em campo nas áreas ribeirinhas exige resiliência, criatividade e profundo respeito à cultura local. A superação das barreiras geográficas e logísticas só é possível com a integração efetiva entre equipes de saúde, lideranças comunitárias e políticas públicas que reconheçam a especificidade da Amazônia, gerando dados fundamentais para o controle imediato de agravos e para o planejamento de políticas de saúde mais equânimes (PINHEIRO *et al.*, 2021; COSTA *et al.*, 2023).

### 3 COMUNICAÇÃO E GESTÃO SOCIAL DA CRISE

A comunicação e a gestão social da crise assumem papel central na resposta a surtos epidemiológicos no contexto amazônico, onde as especificidades territoriais, socioculturais e ambientais impõem desafios adicionais à implementação de medidas de saúde pública. Diferentemente de cenários urbanos, a dinâmica de transmissão de doenças na Amazônia está profundamente relacionada às formas de ocupação do território, à mobilidade fluvial, às condições de saneamento e à organização social das comunidades, exigindo estratégias de comunicação que ultrapassem modelos convencionais e incorporem a complexidade local (BRASIL, 2022; OPAS, 2020).

A efetividade das ações depende do engajamento comunitário, sendo fundamental o papel de lideranças locais e agentes comunitários de saúde como mediadores entre o sistema de saúde e a população. Esses atores facilitam a compreensão das orientações, promovem maior adesão às medidas de controle e contribuem para a identificação precoce de casos e contatos, especialmente em territórios marcados por vulnerabilidade social e acesso limitado aos serviços



de saúde (PINHEIRO *et al.*, 2021; BEZERRA *et al.*, 2022).

As limitações de infraestrutura e conectividade digital na Amazônia exigem a utilização de estratégias de comunicação adaptadas, como rádios comunitárias, visitas domiciliares e ações educativas presenciais. Além disso, o enfrentamento da desinformação torna-se essencial, uma vez que a circulação de rumores e notícias falsas pode comprometer a resposta ao surto, reforçando a necessidade de comunicação clara, contínua e baseada em evidências (WHO, 2020).

A comunicação no contexto amazônico também deve considerar aspectos linguísticos e simbólicos. Em comunidades indígenas e tradicionais, a diversidade de línguas e expressões culturais exige adaptações na linguagem utilizada, privilegiando abordagens visuais, exemplos práticos e diálogo intercultural. A imposição de discursos técnicos descontextualizados pode comprometer a compreensão das orientações e reduzir a efetividade das ações de controle.

Adicionalmente, a gestão da crise requer articulação intersetorial e territorializada, envolvendo não apenas o setor saúde, mas também educação, assistência social, meio ambiente e organizações comunitárias. Essa integração é fundamental para abordar determinantes sociais da saúde, como acesso à água potável, condições de moradia e segurança alimentar, que influenciam diretamente a vulnerabilidade às doenças infecciosas na região amazônica (BRASIL, 2022).

Por fim, destaca-se que a comunicação e a gestão social da crise na Amazônia devem ser planejadas com base em uma abordagem de Saúde Única, reconhecendo a interdependência entre saúde humana, animal e ambiental. A ocorrência de surtos na região frequentemente está associada a processos como desmatamento, expansão de atividades econômicas e alterações nos ecossistemas, o que reforça a necessidade de estratégias integradas e sensíveis ao território. Nesse sentido, a comunicação deixa de ser apenas um instrumento informativo e passa a constituir um elemento estruturante da resposta em saúde pública, fundamental para a construção de respostas mais equitativas, eficazes e sustentáveis.

## Referências

- ALENCAR, A. C. C. (Org.). *Abordagem das condições de saúde e doenças específicas da população ribeirinha*. Manaus: Universidade do Estado do Amazonas, 2021.
- BEZERRA, K. H. da S. *et al.* Perfil epidemiológico de comunidades ribeirinhas da região amazônica oriental / Epidemiological profile of riverside communities of oriental amazon region. *Brazilian Journal Of Development*, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 8616-8625, 2 fev. 2022. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv8n2-014>.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Guia de Vigilância em Saúde*. 5. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2022.
- BONITA, R.; BEAGLEHOLE, R.; KJELLSTRÖM, T. *Basic Epidemiology*. 2nd. ed. [s.l.] Geneva World Health Organization, 2006.
- CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). OFFICE OF WORKFORCE AND CAREER DEVELOPMENT. *Principles of epidemiology in public health practice: an introduction to applied epidemiology and biostatistics*. Atlanta, Ga: U.S. Departmentt Of Health And Human Services, Centers For Disease Control And Prevention (Cdc), Office Of Workforce And Career Development, 2012.

COSTA, C. de S. *et al.* PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DA POPULAÇÃO RIBEIRINHA DA REGIÃO TRANSAMAZÔNICA/XINGU ATENDIDA PELO PROJETO NOVO TEMPO NAS ÁGUAS. *Zenodo*, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 1-1, 18 mar. 2023. Zenodo. <http://dx.doi.org/10.5281/ZENODO.7749195>.

PINHEIRO, A. K. C. *et al.* DOENÇAS INFECCIOSAS E A REDE DE ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE EM COMUNIDADES RIBEIRINHAS. *Cogitare Enfermagem*, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 2-2, 14 set. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.5380/ce.v26i0.76347>.

REIS, Christian Robson de Souza; GALINDO, Evania Freires. Fundamentos básicos de biossegurança e bioproteção. Recife: Instituto Aggeu Magalhães, 2024. 166 p. Disponível em: [https://ctbio.fiocruz.br/wp-content/uploads/2025/12/Biosseguranca\\_fundamentos\\_basicos.pdf](https://ctbio.fiocruz.br/wp-content/uploads/2025/12/Biosseguranca_fundamentos_basicos.pdf). Acesso em: 04 abr. 2026.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). *Regulamento Sanitário Internacional (2005)*. 2. ed. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 2008. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241580496> . Acesso em: 16 abr. 2026.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). *Comunicação de risco e engajamento comunitário (CREC): guia para COVID-19*. Brasília: OPAS, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Infection prevention and control during health care when novel coronavirus (nCoV) infection is suspected*. [s.l.] World Health Organization, 2020.



## Capítulo 6

# APLICAÇÃO DE VIGILÂNCIA EM ZONÓSES

**Maria Julia Quezado Andrade de Melo**  
**Carlos Henrique Xavier Conceição**  
**Maria Carolina Serrão Almeida de Souza**  
**João Lucas Francisco de Carvalho Sousa**  
**Tuane Carolina de Souza Ferreira**



## 1 FEBRE OROPOUCHE

A febre Oropouche, uma arbovirose emergente e negligenciada, representa um desafio importante para a vigilância em saúde na região amazônica. Seu agente etiológico, o *Orthobunyavirus oropoucheense* (OROV), foi isolado pela primeira vez no Brasil em 1960 a partir de um exemplar de bicho-preguiça (*Bradypus tridactylus*) capturado durante a construção da rodovia Belém-Brasília (BRASIL, 2026). Historicamente, essa arbovirose tem se concentrado na região Amazônica do Brasil, caracterizada por floresta densa e clima tropical, porém, nos últimos anos, a expansão para áreas não endêmicas tem sido observada (TILSTON-LUNEL, 2024). Compreender a ecologia complexa do OROV, sua dinâmica de transmissão, o espectro de manifestações clínicas e os protocolos de vigilância e resposta é, portanto, condição indispensável para o adequado enfrentamento da doença no contexto amazônico.

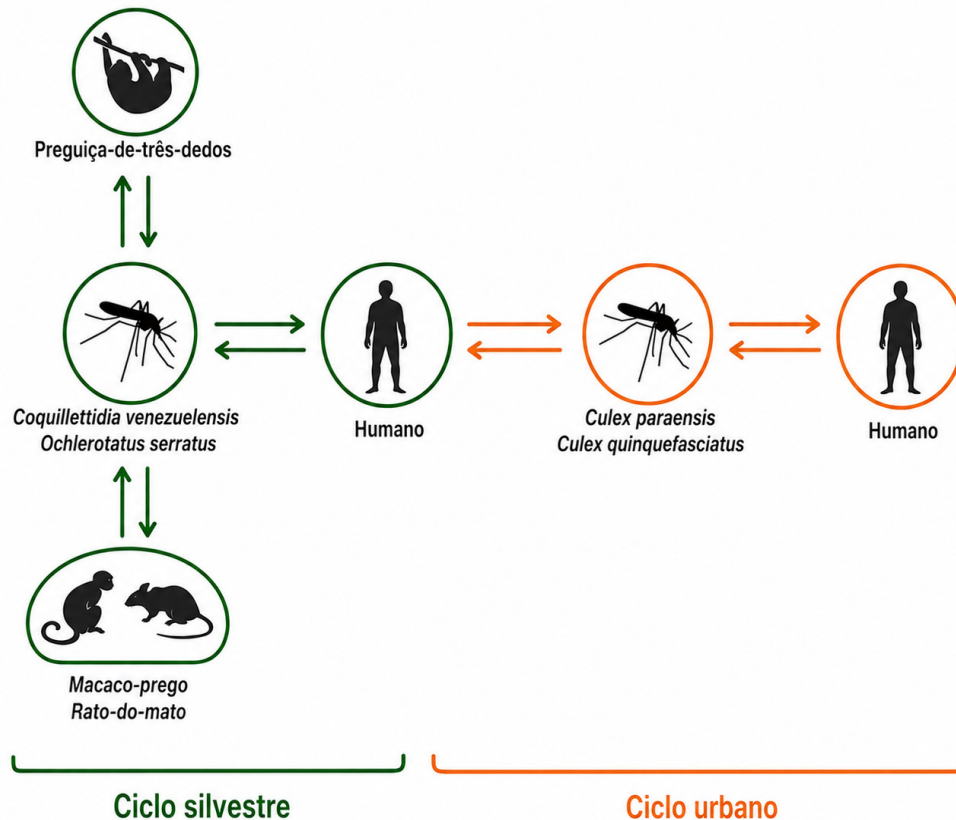
### 1.1 Ecologia, transmissão e sazonalidade

A ecologia do OROV é caracterizada por dois ciclos de transmissão interligados: o ciclo silvestre e o ciclo urbano. No ciclo silvestre, o vírus mantém-se em enzootia entre hospedeiros vertebrados como preguiças-de-garganta-pálida (*Bradypus tridactylus*), primatas não humanos e, possivelmente, aves silvestres e roedores. Embora ainda não se tenha identificado um vetor artrópode definitivo para esse ciclo, estudos apontam o isolamento do OROV em espécies de mosquitos como *Ochlerotatus serratus* e *Coquillettidia venezuelensis* na região amazônica, sugerindo seu possível papel na manutenção silvestre do patógeno. O elo entre os ciclos silvestre e urbano ocorre quando humanos invadem áreas florestadas e, ao serem picados por vetores infectados, adentram o período de viremia e retornam para áreas urbanas, atuando como ponte para a introdução do vírus no ambiente antrópico (MARTINS-FILHO, 2024; OKESANYA *et al.*, 2025). A Figura 5 apresenta de forma esquemática os ciclos silvestre e urbano de transmissão do OROV, destacando os principais hospedeiros, vetores e a participação do ser humano na conexão entre ambos os ciclos.

No ciclo urbano, os seres humanos constituem os únicos hospedeiros vertebrados conhecidos e atuam como amplificadores do vírus (OKESANYA *et al.*, 2025). O principal vetor nesse contexto é o maruim (*Culicoides paraensis*), um inseto de pequeno porte e amplamente distribuído em áreas tropicais e subtropicais (BRASIL, 2026). Embora o pernilongo *Culex quinquefasciatus* também seja capaz de transmitir o OROV em condições laboratoriais, sua eficiência é considerada inferior à do maruim (OKESANYA *et al.*, 2025). Como afirma Tilston-Lunel (2024), fatores ambientais e antrópicos, como desmatamento, urbanização, atividades humanas na bacia amazônica e migrações populacionais, aumentam a interação entre humanos e os vetores, favorecendo a emergência e a disseminação do OROV. Estudos moleculares recentes indicam que o atual recrudescimento de casos na região coincide com o surgimento de uma nova linhagem reassortante do vírus, formada pela combinação de segmentos genômicos de linhagens previamente circulantes na Amazônia oriental e em países vizinhos, o que pode ter contribuído para uma maior adaptação e dispersão do patógeno (NAVECA *et al.*, 2024).



Figura 5. Ciclos silvestre e urbano de transmissão do vírus Oropouche (OROV).



Fonte: Gerada por Inteligência Artificial (OpenAI, 2026).

A dinâmica de transmissão do OROV na Amazônia apresenta um padrão sazonal bem definido, com picos de incidência coincidindo com o período chuvoso, quando as condições climáticas favorecem a proliferação dos vetores, especialmente o *C. paraensis*, cujos criadouros estão associados a corpos d'água e matéria orgânica em decomposição (TILSTON-LUNEL, 2024). A dispersão do vírus ocorre predominantemente por meio de movimentos de curta distância, inferiores a 2 km por dia, compatíveis com o padrão de voo ativo dos vetores infectados. Contudo, uma proporção significativa de eventos de dispersão de longa distância também foi detectada, possivelmente associada ao deslocamento de humanos viremicos por meio de redes de transporte, o que explica a capacidade do OROV de alcançar novas localidades e desencadear surtos em regiões distantes de seu foco original (NAVECA *et al.*, 2024).

Em contrapartida, a onda de transmissão observada em 2024 marcou o início da disseminação da doença para regiões anteriormente não endêmicas, incluindo os estados da Bahia, Ceará, Pernambuco, Piauí, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Santa Catarina, nos quais foi evidenciada transmissão local sustentada (TILSTON-LUNEL, 2024). Embora a doença apresente sazonalidade bem definida, com períodos chuvosos associados à ocorrência de surtos, estudos recentes indicam que o surto atual, de forma excepcional, estendeu-se por duas estações chuvosas consecutivas. Esse achado sugere uma possível alteração no padrão epidemiológico da virose (GARCIA *et al.*, 2024).

## 1.2 Manifestações clínicas

O quadro clínico da febre Oropouche assemelha-se ao de outras arboviroses, o que impõe desafios consideráveis ao diagnóstico diferencial. O período de incubação varia de 4 a 8 dias, com início súbito de febre alta, cefaleia intensa, mialgias e artralgias (MOREIRA *et al.*, 2024). Sintomas adicionais incluem tontura, dor retro-orbital, fotofobia, náuseas, vômitos e diarreia (BRASIL, 2026). Uma característica particularmente relevante da infecção por OROV é a alta frequência de recidiva dos sintomas, que ocorre em cerca de 60% dos pacientes, geralmente após um período de aparente melhora clínica (OKESANYA *et al.*, 2025). Manifestações atípicas podem ocorrer, incluindo complicações neurológicas como meningite asséptica e encefalite, que, embora pouco frequentes, prolongam o quadro por duas a quatro semanas e podem evoluir com astenia persistente (OPAS, 2025). Na população pediátrica, há relatos de manifestações neurológicas mais floridas, demandando atenção redobrada (MORAES *et al.*, 2025).

A diferenciação clínica entre febre Oropouche e dengue, zika e chikungunya é complexa e deve ser baseada na frequência relativa de determinados sinais e sintomas. Uma revisão sistemática envolvendo 3.648 pacientes com febre Oropouche demonstrou que febre (97%) e cefaleia (86%) são as manifestações clínicas mais prevalentes, sem diferença significativa em relação à dengue. Contudo, odinofagia (28%) e dor abdominal (15%) são significativamente mais frequentes na infecção por OROV, com razões de chances de 3,20 e 2,50 respectivamente, enquanto mialgias (69%), artralgias (57%) e exantema são mais prevalentes na dengue. Em relação à chikungunya, caracterizada por artralgias incapacitantes e prostração intensa, a febre Oropouche tende a apresentar artralgias menos intensas e de menor duração. Já a doença pelo vírus Zika distingue-se pela presença de exantema maculopapular pruriginoso e conjuntivite, manifestações menos comuns no Oropouche (TORTOSA *et al.*, 2024). Esses achados são de grande utilidade para a prática clínica em áreas de cocirculação de arbovírus, orientando a suspeição diagnóstica e a solicitação de exames laboratoriais.

Nesse interim, a prevalência do diagnóstico clínico, associada à essa semelhança dos sintomas da FO com outras arboviroses infere que casos de febre Oropouche podem estar sendo negligenciados por diagnóstico equivocado, o que compromete a acurácia dos dados epidemiológicos e clínicos.

## 1.3 Vigilância epidemiológica

As estratégias de vigilância epidemiológica da febre Oropouche são regidas por definições de caso padronizadas pelo Ministério da Saúde do Brasil e pela Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde (OPAS/OMS). Define-se como caso suspeito todo indivíduo que apresente febre de início agudo, geralmente com temperatura igual ou superior a 38°C, acompanhada de cefaleia e pelo menos um dos seguintes sintomas: mialgia, artralgia, calafrios, náuseas ou vômitos. O caso é considerado provável quando o paciente preenche os critérios clínico-epidemiológicos, incluindo vínculo epidemiológico com área de transmissão confirmada ou contato com caso confirmado nos últimos 15 dias, na ausência de confirmação laboratorial. O caso confirmado é aquele com diagnóstico laboratorial definitivo de infecção pelo OROV, preferencialmente por métodos moleculares, como reação em cadeia da polimerase com transcrição

reversa (RT-PCR), ou sorológicos (ELISA IgM).

Ademais, dada a semelhança clínica entre os casos de dengue e Oropouche, o teste confirmatório para Oropouche deve ser realizado em casos que apresentem resultado negativo para dengue, especialmente em localidades com baixas taxas de positividade para dengue. Ressalta-se que a febre Oropouche integra a lista nacional de doenças de notificação compulsória, classificada entre os agravos de notificação imediata, o que implica a obrigatoriedade de comunicação às autoridades sanitárias em até 24 horas a partir da suspeita (BRASIL, 2026).

## 1.4 Manejo clínico

O fluxo prático de manejo clínico, investigação laboratorial e resposta em saúde pública no contexto amazônico segue um protocolo estruturado em múltiplos níveis. Diante de um caso suspeito, a conduta inicial consiste na avaliação clínica detalhada, com ênfase na identificação de sinais de alarme e na coleta de dados epidemiológicos. O tratamento é eminentemente sintomático, uma vez que não há terapia antiviral específica disponível. Além disso, recomenda-se repouso, hidratação adequada e uso de analgésicos e antitérmicos, com absoluta contraindicação de anti-inflamatórios não esteroidais e ácido acetilsalicílico devido ao risco de complicações hemorrágicas, embora estas sejam incomuns na febre Oropouche. É válido ressaltar que, em situações em que a doença se manifesta de forma neuroinvasiva, será necessária a internação em unidades especializadas que permitam monitoramento constante (OPAS, 2025).

## 1.5 Diagnóstico e vigilância laboratorial

A investigação laboratorial deve ser realizada prioritariamente na fase aguda da doença, idealmente até o quinto dia do início dos sintomas. O método de escolha é o RT-PCR em tempo real para detecção do RNA viral em amostras de soro ou plasma, que apresenta sensibilidade elevada quando coletado nesse período. Todos os exames laboratoriais realizados para o OROV, independentemente do resultado, devem ser registrados no Gerenciador de Ambiente Laboratorial (GAL), a fim de prover um denominador que possibilite calcular estatísticas essenciais, avaliar o esforço de vigilância, a taxa de positividade e a sensibilidade do sistema de vigilância. As amostras devem ser acondicionadas sob refrigeração e encaminhadas ao Laboratório Central de Saúde Pública (LACEN) de referência em até 48 horas. Na fase convalescente, a partir do sexto dia, a detecção de anticorpos IgM por ELISA pode ser empregada para confirmação retrospectiva. As confirmações ou descartes laboratoriais devem retroalimentar o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) na modalidade notificação/conclusão (BRASIL, 2024).

De acordo com a nota técnica mais recente para a vigilância do Oropouche, a notificação compulsória da febre Oropouche deve ser realizada no e-SUS SINAN como notificação/conclusão para todos os casos suspeitos, utilizando o código CID A93.0 específico para a doença. Para óbitos possivelmente associados à infecção por OROV, a notificação deve ser imediata, por meio da via mais rápida disponível (e-mail ou telefone), informando todas as esferas de gestão do SUS. A investigação epidemiológica do caso confirmado ou provável deve contemplar

a identificação do local provável de infecção (LPI) e a descrição detalhada das características clínicas e epidemiológicas: evolução clínica (sintomas, ocorrência de recidiva, desfecho), exames laboratoriais complementares, histórico de deslocamentos e de exposição, e caracterização ambiental do LPI (urbano, periurbano, rural ou silvestre). Ademais, recomenda-se verificar a presença de animais sentinela, como primatas não humanos, aves silvestres e xenartras (bichos-preguiça, tamanduás e tatus) mortos ou doentes, realizando a notificação por meio da ficha de Notificação/Investigação de Epizootias no SINAN e na Plataforma SISS-Geo, além de encaminhar amostras para a rede laboratorial de referência.

Em situações de surtos ou epidemias na Amazônia, a resposta em saúde pública deve ser ampliada com ações específicas. Recomenda-se a realização de investigação entomológica no LPI para identificação taxonômica e diagnóstico virológico de artrópodes, com base no conhecimento prévio sobre os aspectos bioecológicos das espécies potencialmente envolvidas na transmissão, visando identificar o vetor primário e definir as medidas de prevenção e controle pertinentes. Nas localidades com registro de transmissão ativa, o Guia de Vigilância do *Culex quinquefasciatus* pode orientar o manejo integrado dessa espécie, reduzindo o risco para os residentes. Simultaneamente, devem ser implantadas estratégias de comunicação para orientar os indivíduos que se deslocam para áreas com transmissão (BRASIL, 2024).

As medidas de prevenção e controle são fundamentais para reduzir o risco de exposição ao OROV, especialmente em áreas onde há presença do vetor maruim. A proteção individual inclui o uso de calças e camisas de mangas compridas, meias e sapatos fechados, evitando-se, se possível, a exposição nos horários de maior atividade do vetor, que ocorre ao amanhecer e no final da tarde, embora o maruim também apresente atividade diurna. Recomenda-se a instalação de telas de malha fina (gramatura inferior a 1,5 mm) nas janelas ou o uso de mosquiteiros que impeçam a passagem do inseto. Embora não haja, até o momento, comprovação definitiva da eficácia de repelentes tópicos contra Culicoides parensis, sua utilização é recomendada principalmente para proteção contra outros mosquitos como *Culex* spp. (pernilongo) e *Aedes aegypti*. Quanto ao controle químico, desconhece-se a efetividade de inseticidas para o maruim, de modo que a medida mais efetiva é o manejo ambiental: manter o peridomicílio limpo e o solo livre do acúmulo de material orgânico, especialmente folhas e frutos de plantações como bananeiras, cacaueiros e cafezais. Atenção especial deve ser dada às gestantes: sempre que possível, devem evitar a limpeza de quintais ou qualquer atividade que apresente risco de exposição ao vetor.

Essa abordagem integrada é fundamental para a tomada de decisão em saúde pública na Amazônia. A região, caracterizada por alta diversidade de vetores, condições ambientais propícias à transmissão de arbovírus e fragilidades estruturais dos sistemas de saúde, exige um esforço contínuo de capacitação profissional, fortalecimento da rede laboratorial e implementação de sistemas de vigilância sensíveis e oportunos. Somente por meio dessa articulação será possível mitigar o impacto da febre Oropouche sobre as populações vulneráveis, conter sua progressiva expansão geográfica e responder adequadamente a surtos, protegendo assim a saúde coletiva na região amazônica.



## 2 COVID-19

### 2.1 Contexto epidemiológico e vulnerabilidades da Amazônia

A pandemia de COVID-19 constituiu o maior desafio sanitário enfrentado pela humanidade no século XXI, redefinindo paradigmas da vigilância epidemiológica, da organização dos sistemas de saúde e da preparação para emergências infecciosas (BEDFORD *et al.*, 2020). Mais do que uma crise causada por um novo vírus respiratório, a pandemia evidenciou a estreita relação entre alterações ambientais, circulação de agentes zoonóticos, desigualdades sociais e capacidade de resposta dos serviços de saúde. Nesse contexto, a COVID-19 consolidou-se como um marco para a abordagem de Saúde Única (*One Health*), demonstrando que a prevenção e o controle de doenças emergentes dependem da integração entre saúde humana, saúde animal e conservação ambiental (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023; ELLWANGER; KAMINSKI; CHIES, 2020).

O agente etiológico da doença, o coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2), pertence à família *Coronaviridae* e apresenta genoma constituído por RNA de fita simples de sentido positivo. Evidências filogenéticas demonstram que o vírus possui origem zoonótica, compartilhando elevada similaridade genética com coronavírus circulantes em morcegos do gênero *Rhinolophus*, o que sugere um evento de transbordamento (*spillover*) favorecido pela interação entre reservatórios silvestres, possíveis hospedeiros intermediários e seres humanos (ANDERSEN *et al.*, 2020). Embora a sequência exata desse processo ainda permaneça sob investigação, há consenso científico de que a crescente pressão antrópica sobre ecossistemas naturais aumenta significativamente o risco de emergência de novos patógenos zoonóticos (JONES *et al.*, 2008; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023).

Nas últimas décadas, fatores como desmatamento, fragmentação florestal, expansão agropecuária, mineração, urbanização acelerada e intensificação da mobilidade humana ampliaram o contato entre populações humanas, animais domésticos e reservatórios naturais de vírus. Essas transformações alteram a dinâmica ecológica dos agentes infecciosos, favorecendo a ocorrência de eventos de *spillover* e criando condições para a rápida disseminação de doenças emergentes em escala global (JONES *et al.*, 2008; ELLWANGER; KAMINSKI; CHIES, 2020). A pandemia de COVID-19 evidenciou que surtos inicialmente localizados podem transformar-se rapidamente em pandemias diante da intensa conectividade entre países e da elevada circulação internacional de pessoas e mercadorias (BEDFORD *et al.*, 2020).

Embora a pandemia tenha atingido praticamente todos os países, seus impactos foram marcadamente heterogêneos. No Brasil, a Amazônia destacou-se como uma das regiões mais vulneráveis, expondo fragilidades históricas relacionadas ao acesso aos serviços de saúde, à infraestrutura laboratorial, à logística assistencial e às desigualdades socioeconômicas (BUSS *et al.*, 2021; FIOCRUZ AMAZÔNIA, 2021). Municípios distribuídos ao longo das grandes bacias hidrográficas, assim como comunidades indígenas, ribeirinhas, extrativistas e quilombolas, enfrentaram obstáculos adicionais para o acesso ao diagnóstico, ao tratamento e, posteriormente, à vacinação, demonstrando que fatores geográficos e territoriais exercem influência direta sobre a dinâmica de transmissão e a capacidade de resposta às emergências sanitárias.

A elevada dependência do transporte fluvial, característica da maior parte da Amazônia Legal, dificultou o deslocamento de pacientes, profissionais de saúde, equipamentos e amostras biológicas. Em diversas localidades, o transporte de material clínico até os Laboratórios Centrais de Saúde Pública (LACEN) demandava vários dias, comprometendo a oportunidade diagnóstica e reduzindo a efetividade das estratégias tradicionais de vigilância laboratorial (RICHARD-GREENBLATT *et al.*, 2021). Paralelamente, muitos municípios apresentavam limitada disponibilidade de leitos hospitalares, escassez de profissionais especializados, baixa capacidade diagnóstica e insuficiência de unidades de terapia intensiva, fatores que contribuíram para a elevada morbimortalidade observada durante os períodos de maior transmissão viral (APPLEGATE *et al.*, 2024; FIOCRUZ AMAZÔNIA, 2021).

Além dos desafios estruturais, a pandemia evidenciou importantes desigualdades sociais e territoriais. Famílias residentes em domicílios multigeracionais, trabalhadores informais impossibilitados de interromper suas atividades laborais e comunidades dependentes do deslocamento diário para obtenção de alimentos, renda e assistência médica apresentaram maior dificuldade para adotar medidas como isolamento domiciliar e distanciamento físico. Essas condições favoreceram intensa transmissão comunitária em diversos municípios amazônicos, especialmente naqueles marcados por elevada vulnerabilidade socioeconômica (BUSS *et al.*, 2021).

Entre os grupos mais impactados destacaram-se os povos indígenas. Muitas aldeias localizam-se em regiões remotas, acessíveis exclusivamente por via fluvial ou aérea, circunstância que dificultou tanto a implementação de medidas preventivas quanto o atendimento oportuno dos casos graves. A circulação de profissionais de saúde, comerciantes, garimpeiros e outros indivíduos entre centros urbanos e territórios indígenas aumentou o risco de introdução do vírus em comunidades anteriormente protegidas (BRASIL, 2022; OPAS BRASIL, 2022). Além das consequências sobre a saúde, a perda de lideranças tradicionais e de detentores de conhecimentos ancestrais representou importante impacto sociocultural para diversos povos indígenas da Amazônia, evidenciando que os efeitos da pandemia transcenderam os indicadores epidemiológicos.

Do ponto de vista epidemiológico, a COVID-19 caracterizou-se por elevada capacidade de transmissão, refletida em valores iniciais do número reprodutivo básico ( $R_0$ ) entre 2 e 3, posteriormente ampliados com o surgimento de variantes mais transmissíveis (BEDFORD *et al.*, 2020). A transmissão ocorre predominantemente por aerossóis e gotículas respiratórias produzidas durante a fala, tosse, espirro ou respiração, especialmente em ambientes fechados, pouco ventilados e com elevada densidade populacional (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020). A ocorrência frequente de indivíduos assintomáticos ou pré-sintomáticos capazes de transmitir o vírus constituiu um dos principais fatores responsáveis pela rápida expansão da pandemia, dificultando a interrupção das cadeias de transmissão e exigindo sistemas de vigilância epidemiológica mais sensíveis e oportunos (CORMAN *et al.*, 2020).

O período de incubação da infecção varia, em média, entre dois e quatorze dias, sendo a maioria dos casos sintomáticos observada entre o terceiro e o quinto dia após a exposição (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020). As manifestações clínicas apresentam amplo espectro, desde infecções assintomáticas até síndrome respiratória aguda grave, insuficiência respiratória, tromboembolismo

e falência múltipla de órgãos. Os sintomas mais frequentes incluem febre, tosse, odinofagia, cefaleia, fadiga, mialgia, dispneia e perda do olfato ou do paladar, embora esse perfil clínico tenha sofrido modificações ao longo da evolução viral e da ampliação da imunidade populacional decorrente da infecção natural e da vacinação (POLACK *et al.*, 2020; HAAS *et al.*, 2021).

A experiência da pandemia demonstrou que a gravidade da COVID-19 resulta não apenas das características biológicas do vírus, mas também da interação entre fatores individuais, condições socioeconômicas e capacidade de organização dos sistemas de saúde. Idosos, indivíduos imunossuprimidos e pessoas com doenças crônicas apresentaram maior risco de hospitalização e óbito; entretanto, em regiões marcadas por importantes desigualdades sociais, como a Amazônia, determinantes estruturais — incluindo pobreza, insegurança alimentar, dificuldade de acesso aos serviços de saúde e barreiras geográficas — exerceram papel igualmente relevante na determinação dos desfechos clínicos (BUSS *et al.*, 2021; SABINO *et al.*, 2021).

A Amazônia também desempenhou papel central na compreensão da evolução da pandemia. A identificação da variante P.1 (Gamma) em Manaus, associada ao aumento da transmissibilidade e à rápida substituição das linhagens previamente circulantes, demonstrou a importância da vigilância genômica para a detecção precoce de variantes emergentes e para o direcionamento das estratégias de saúde pública (NAVECA *et al.*, 2021; FARIA *et al.*, 2021). Esses achados consolidaram a região amazônica como um importante cenário para estudos sobre evolução viral, dinâmica de transmissão e vigilância molecular de patógenos emergentes.

Sob a perspectiva da Saúde Única, a pandemia evidenciou que futuras emergências sanitárias dificilmente poderão ser enfrentadas exclusivamente por estratégias clínicas ou laboratoriais. A prevenção de novas zoonoses exige vigilância integrada da fauna silvestre, monitoramento ambiental, fortalecimento da vigilância epidemiológica humana, ampliação da capacidade laboratorial e investimentos contínuos em vigilância genômica e preparação para eventos de transbordamento (*spillover*) (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023; ELLWANGER; KAMINSKI; CHIES, 2020). Em regiões de elevada biodiversidade, como a Amazônia, onde coexistem intensa riqueza de reservatórios naturais, aceleradas transformações ambientais e crescente ocupação humana, essa integração torna-se estratégica para reduzir o risco de emergência de novos patógenos e impedir que surtos locais evoluam para crises sanitárias de alcance global (JONES *et al.*, 2008; NAVECA *et al.*, 2021).

## 2.2 Vigilância epidemiológica, diagnóstico e resposta operacional na Amazônia

A organização da vigilância epidemiológica durante a pandemia de COVID-19 exigiu rápida adaptação dos sistemas de monitoramento, com sucessivas revisões das definições de caso suspeito, provável e confirmado à medida que novos conhecimentos científicos eram produzidos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020). No Brasil, a vigilância sindrômica baseada na identificação de quadros de síndrome gripal (SG) e síndrome respiratória aguda grave (SRAG) tornou-se um dos principais instrumentos para detectar aumentos anormais de

casos e monitorar a evolução da transmissão comunitária, especialmente em contextos de limitada capacidade diagnóstica laboratorial (NTSHOE *et al.*, 2021).

Na Amazônia, essa estratégia assumiu importância ainda maior devido às dificuldades históricas de acesso aos serviços de saúde e à menor disponibilidade de exames confirmatórios em muitos municípios. Em diversas localidades ribeirinhas e rurais, a vigilância precisou apoiar-se inicialmente em critérios clínico-epidemiológicos para orientar medidas de isolamento, rastreamento de contatos e organização da assistência, uma vez que a confirmação laboratorial frequentemente ocorria com atraso (FIOCRUZ AMAZÔNIA, 2021).

O diagnóstico laboratorial da infecção pelo SARS-CoV-2 consolidou-se tendo a reação em cadeia da polimerase em tempo real (RT-PCR) como padrão-ouro, devido à sua elevada sensibilidade e especificidade para detecção do RNA viral (CORMAN *et al.*, 2020). Entretanto, a acurácia do método depende criticamente da qualidade das etapas pré-analíticas, incluindo coleta adequada de amostras, armazenamento sob refrigeração e transporte oportuno até os laboratórios de referência. Falhas em qualquer uma dessas etapas pode resultar em degradação do material genético viral e produção de resultados falso-negativos, comprometendo tanto o cuidado individual quanto a vigilância epidemiológica.

Esses desafios foram particularmente evidentes na Amazônia. A extensa rede hidrográfica, a dependência do transporte fluvial e as grandes distâncias entre municípios e capitais dificultaram o envio rápido de amostras para os Laboratórios Centrais de Saúde Pública (LACEN). Em algumas regiões, o deslocamento de uma amostra podia levar vários dias, exigindo manutenção rigorosa da cadeia do frio durante todo o trajeto. A escassez de infraestrutura laboratorial local e a limitada disponibilidade de equipamentos de biologia molecular agravaram ainda mais essas dificuldades (RICHARD-GREENBLATT *et al.*, 2021).

Como resposta, houve progressiva ampliação da capacidade diagnóstica por meio da incorporação de testes rápidos de antígeno, métodos sorológicos e plataformas descentralizadas de diagnóstico molecular. Embora os testes rápidos apresentem sensibilidade inferior ao RT-PCR, especialmente em indivíduos assintomáticos, eles desempenharam papel relevante na triagem de casos e na orientação de medidas imediatas de controle em localidades remotas (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020). A descentralização diagnóstica reduziu o tempo entre coleta e resultado, permitindo respostas mais oportunas em municípios anteriormente dependentes de laboratórios distantes.

A logística em saúde revelou-se, portanto, um componente central da resposta à pandemia. Além do transporte de amostras, tornou-se necessário garantir fluxo contínuo de insumos, equipamentos de proteção individual, oxigênio medicinal e recursos humanos qualificados. Em vários municípios amazônicos, a combinação entre aumento abrupto da demanda assistencial e limitações logísticas resultou em sobrecarga dos serviços de saúde e dificuldades para manutenção da assistência hospitalar (APPLEGATE *et al.*, 2024).

Um dos episódios mais emblemáticos da pandemia ocorreu em Manaus, que enfrentou intensa transmissão comunitária e grave colapso do sistema de saúde durante diferentes ondas epidêmicas. Estudos sorológicos sugeriram que a cidade atingiu níveis extremamente elevados de infecção populacional após a primeira onda, mas voltou a registrar grande aumento de casos posteriormente, evidenciando que a elevada exposição prévia não foi suficiente para impedir



nova expansão da doença (BUSS *et al.*, 2021; SABINO *et al.*, 2021).

Nesse contexto, a experiência amazônica destacou também a importância estratégica da vigilância genômica. Pesquisadores da Fundação Oswaldo Cruz e de outras instituições identificaram na região a linhagem P.1 (posteriormente denominada variante Gamma), associada a maior transmissibilidade e rápida substituição de variantes previamente circulantes (NAVECA *et al.*, 2021). A detecção dessa variante demonstrou como a integração entre vigilância laboratorial, epidemiológica e genômica pode fornecer sinais precoces de mudanças relevantes no comportamento do vírus, orientando decisões de saúde pública em escala regional e nacional.

A resposta operacional à pandemia evidenciou ainda a importância da atuação rápida nas primeiras 72 horas após a identificação de casos suspeitos. Medidas como isolamento de casos, rastreamento de contatos e quarentena foram amplamente recomendadas, mas sua efetividade variou conforme a capacidade de organização dos serviços locais e as condições sociais da população (BEDFORD *et al.*, 2020). Em comunidades amazônicas de difícil acesso, o rastreamento de contatos frequentemente exigiu mobilização de agentes comunitários, lideranças locais e equipes de atenção primária adaptadas às características territoriais da região.

A comunicação de risco tornou-se outro componente fundamental da vigilância. A circulação de desinformação sobre formas de transmissão, tratamentos sem eficácia comprovada e vacinas dificultou a adesão às medidas de prevenção em diferentes contextos. Na Amazônia, estratégias baseadas na articulação com lideranças indígenas, ribeirinhas e comunitárias mostraram-se particularmente importantes para adaptar as mensagens de saúde às realidades culturais locais e ampliar a confiança da população nas ações de enfrentamento (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020).

A incorporação de tecnologias digitais ampliou as possibilidades de monitoramento, com uso de sistemas de notificação em tempo real, telemedicina e ferramentas de acompanhamento de sintomas. Contudo, a desigualdade no acesso à conectividade limitou o alcance dessas estratégias em muitas áreas remotas, evidenciando que a transformação digital da saúde depende também da redução das desigualdades estruturais de infraestrutura e comunicação (NTSHOE *et al.*, 2021).

## 2.3 Vacinação, experiência amazônica e lições para futuras zoonoses

A vacinação representou o principal marco na resposta global à COVID-19, promovendo redução expressiva das hospitalizações, dos casos graves e da mortalidade em praticamente todos os países que alcançaram elevadas coberturas vacinais (POLACK *et al.*, 2020; HAAS *et al.*, 2021). O desenvolvimento de múltiplas plataformas vacinais em tempo recorde demonstrou a capacidade da comunidade científica internacional de responder rapidamente a uma emergência sanitária de grande magnitude. Entretanto, o sucesso da imunização dependeu não apenas da disponibilidade de vacinas, mas também da capacidade dos sistemas de saúde em organizar campanhas de vacinação em larga escala, garantir logística eficiente e promover elevada adesão da população (BEDFORD *et al.*, 2020).

Na Amazônia brasileira, a campanha de vacinação apresentou desafios singulares decorrentes das características geográficas, ambientais e demográficas da região. A distribuição dos imunobiológicos exigiu planejamento logístico complexo, envolvendo transporte aéreo, fluvial e terrestre para alcançar municípios isolados e comunidades dispersas ao longo da extensa malha hidrográfica amazônica. A manutenção da cadeia do frio durante percursos que frequentemente ultrapassavam centenas de quilômetros constituiu um dos maiores desafios operacionais, especialmente nas fases iniciais da campanha vacinal (APPLEGATE *et al.*, 2024; BRASIL, 2022).

Além das dificuldades logísticas, as equipes de vacinação precisaram adaptar suas estratégias às especificidades territoriais da Amazônia. Em diversas localidades, as campanhas foram realizadas por meio de Unidades Básicas de Saúde Fluviais, embarcações adaptadas e equipes itinerantes que permaneciam vários dias nas comunidades para garantir a administração da primeira e da segunda dose. A articulação entre a Atenção Primária à Saúde, os Distritos Sanitários Especiais Indígenas (DSEI), secretarias municipais e organizações comunitárias mostrou-se decisiva para ampliar a cobertura vacinal em populações historicamente vulneráveis (BRASIL, 2022; OPAS BRASIL, 2022).

Entre os povos indígenas, a vacinação assumiu importância estratégica diante da elevada vulnerabilidade epidemiológica dessas populações. Além das barreiras de acesso aos serviços especializados, muitos territórios apresentam intensa interação comunitária, limitada infraestrutura sanitária e grandes distâncias até unidades hospitalares de referência. A imunização precoce contribuiu para reduzir significativamente hospitalizações e óbitos nas fases posteriores da pandemia, embora diferenças na cobertura vacinal tenham persistido entre os diversos Distritos Sanitários Especiais Indígenas, refletindo desafios logísticos, culturais e comunicacionais (BRASIL, 2022; OPAS BRASIL, 2022).

A hesitação vacinal constituiu um dos principais obstáculos enfrentados durante a campanha de imunização. A disseminação de desinformação por redes sociais favoreceu dúvidas sobre segurança e eficácia das vacinas, reduzindo a adesão em diferentes grupos populacionais. Na Amazônia, esse cenário reforçou a importância da comunicação em saúde construída juntamente com lideranças indígenas, agentes comunitários de saúde, associações locais e organizações da sociedade civil. Experiências conduzidas em diferentes municípios demonstraram que mensagens produzidas em linguagem acessível e adaptadas às realidades socioculturais locais apresentaram maior efetividade do que campanhas padronizadas nacionalmente (FIOCRUZ AMAZÔNIA, 2021; OPAS BRASIL, 2022).

Outro importante legado da pandemia foi a consolidação da vigilância genômica como componente permanente da vigilância epidemiológica. O monitoramento contínuo das variantes do SARS-CoV-2 permitiu identificar alterações na transmissibilidade, na gravidade clínica e na capacidade de escape imunológico do vírus, subsidiando atualizações das estratégias de controle e vacinação (NAVECA *et al.*, 2021).

A experiência amazônica tornou-se referência internacional nesse campo. Em dezembro de 2020, pesquisadores do Instituto Leônidas & Maria Deane (ILMD/Fiocruz Amazônia), da Fundação de Vigilância em Saúde do Amazonas e de outras instituições identificaram em Manaus a linhagem P.1, posteriormente denominada variante Gamma. Essa variante apresentou maior transmissibilida-

de e esteve associada à rápida substituição das linhagens anteriormente circulantes, coincidindo com a segunda grande onda epidêmica observada no Amazonas (NAVECA *et al.*, 2021; SABINO *et al.*, 2021).

A identificação precoce da variante Gamma evidenciou o papel estratégico da vigilância genômica integrada aos sistemas de vigilância epidemiológica. Mais do que identificar novas variantes, o sequenciamento genético permitiu compreender a dinâmica evolutiva do vírus, monitorar sua dispersão territorial e orientar decisões relacionadas às medidas de controle e às políticas públicas de saúde (FARIA *et al.*, 2021).

A pandemia fortaleceu também o reconhecimento da Atenção Primária à Saúde como eixo estruturante da vigilância em saúde. As equipes da Estratégia Saúde da Família desempenharam papel decisivo na identificação precoce de casos suspeitos, acompanhamento domiciliar, monitoramento clínico, vacinação e educação em saúde. Em municípios amazônicos, onde a Unidade Básica de Saúde frequentemente representa o único serviço permanente disponível, a integração entre atenção primária e vigilância epidemiológica mostrou-se essencial para reduzir o impacto da doença sobre populações vulneráveis (BRASIL, 2022).

Sob a perspectiva da Saúde Única, talvez a principal lição da COVID-19 seja o reconhecimento de que futuras pandemias provavelmente terão origem zoonótica. Estima-se que aproximadamente 60% das doenças infecciosas emergentes humanas sejam zoonoses, enquanto cerca de 75% dos agentes infecciosos emergentes identificados nas últimas décadas tenham origem em animais silvestres (JONES *et al.*, 2008; WHO, 2023).

Na Amazônia, essa discussão assume importância ainda maior. A região concentra a maior floresta tropical do planeta, elevada diversidade de mamíferos, aves e artrópodes, além de inúmeros vírus ainda desconhecidos pela ciência. Paralelamente, processos de desmatamento, expansão agropecuária, mineração, construção de rodovias e mudanças no uso da terra modificam profundamente a interface entre fauna silvestre, animais domésticos e populações humanas, aumentando o risco de eventos de transbordamento (*spillover*) (ELLWANGER *et al.*, 2020; JONES *et al.*, 2008).

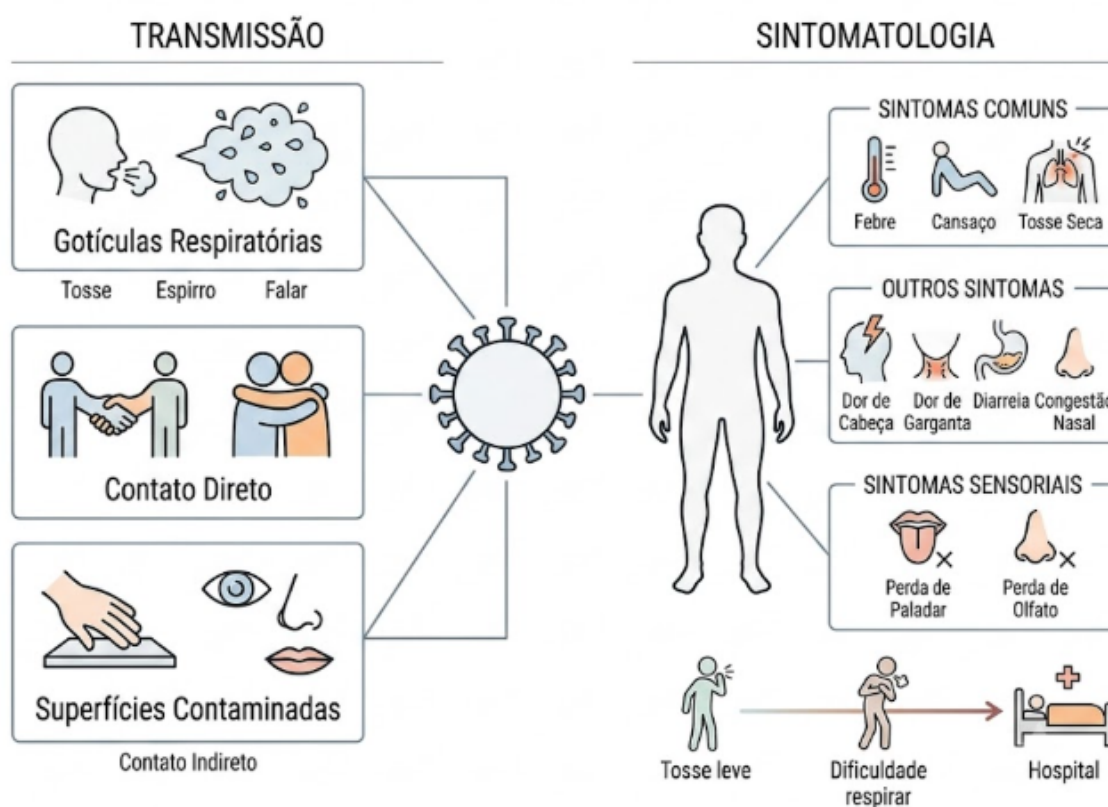
As experiências vivenciadas durante a pandemia evidenciaram a necessidade de fortalecer permanentemente a capacidade laboratorial regional, descentralizar métodos diagnósticos, ampliar a vigilância genômica e investir continuamente na formação de recursos humanos especializados. A preparação para futuras zoonoses depende igualmente de sistemas de informação interoperáveis, compartilhamento oportuno de dados e integração entre universidades, institutos de pesquisa, laboratórios de referência e serviços de vigilância epidemiológica (FARIA *et al.*, 2021; NAVECA *et al.*, 2021).

Outro aprendizado importante refere-se ao protagonismo das comunidades locais. Em diversas áreas da Amazônia, agentes comunitários de saúde, lideranças indígenas, associações de moradores e organizações da sociedade civil desempenharam papel decisivo na implementação das medidas de prevenção, combate à desinformação e manutenção do vínculo entre os serviços de saúde e populações geograficamente isoladas. Essa experiência demonstrou que sistemas de vigilância mais resilientes dependem da participação ativa das comunidades e do fortalecimento das redes locais de atenção à saúde (FIOCRUZ AMAZÔNIA, 2021).

Em síntese, a pandemia de COVID-19 demonstrou que a vigilância em saúde deve ser compreendida como um sistema integrado, dinâmico e territorializado, no qual vigilância epidemiológica, diagnóstico laboratorial, vigilância genômica, comunicação de risco, atenção primária e participação comunitária atuam de forma complementar. Na Amazônia, onde coexistem elevada biodiversidade, intensas transformações ambientais e importantes desafios logísticos, essa integração torna-se indispensável para aumentar a capacidade de resposta frente às emergências sanitárias.

As lições deixadas pela COVID-19 transcendem o enfrentamento de uma única doença. A experiência amazônica demonstrou que a preparação para futuras zoonoses depende de investimentos contínuos em ciência, infraestrutura laboratorial, vigilância genômica, fortalecimento do Sistema Único de Saúde e conservação dos ecossistemas. Sob a perspectiva da Saúde Única, prevenir novas pandemias significa reconhecer que a saúde humana está intrinsecamente ligada à saúde dos animais e à integridade ambiental, tornando a Amazônia um território estratégico para a vigilância de doenças emergentes em escala global (ELLWANGER *et al.*, 2020; NAVECA *et al.*, 2021; FARIA *et al.*, 2021).

Figura 6. Transmissão e sintomatologia do COVID-19 (SARS-CoV-2)



Fonte: Gerada por Inteligência Artificial (OpenAI, 2026).

### 3 Mpox

A Mpox (anteriormente denominada monkeypox) é uma zoonose viral emergente causada pelo *Orthopoxvirus mpox* (MPXV), pertencente à família *Poxviridae*, mesma do vírus da varíola humana (varíola). Descoberta em 1958 em macacos de laboratório na Dinamarca, a doença teve seu primeiro caso humano



registrado em 1970 na República Democrática do Congo (KARAGOZ *et al.*, 2023). Por décadas, a Mpox permaneceu endêmica em países da África Central e Ocidental, com surtos esporádicos associados ao contato com animais silvestres.

Contudo, a partir de maio de 2022, uma rápida disseminação global foi observada em mais de 110 países, predominantemente entre homens que fazem sexo com homens, levando a Organização Mundial da Saúde a declarar emergência de saúde pública de importância internacional (LU *et al.*, 2023). No Brasil, a chegada da doença ocorreu neste mesmo ano e logo se expandiu para todas as regiões do país. Apesar da redução do número de casos após o surto inicial, a manutenção da circulação viral exige vigilância ativa, diagnóstico oportuno e resposta rápida dos serviços de saúde (Brasil, 2024).

Embora a Amazônia não seja considerada área endêmica para a Mpox, a elevada biodiversidade, a intensa interação entre populações humanas e fauna silvestre e as constantes alterações ambientais tornam a região estratégica para a vigilância de zoonoses emergentes. Nesse contexto, compreender os mecanismos de transmissão, os aspectos clínicos e as estratégias de vigilância da Mpox fortalecem a capacidade de resposta frente à introdução e disseminação de patógenos com potencial epidêmico, em consonância com os princípios da Saúde Única (ELLWANGER *et al.*, 2020; NAVECA *et al.*, 2021; FARIA *et al.*, 2021).

### 3.1 Ecologia, Transmissão e Sazonalidade

A ecologia da Mpox é complexa e ainda não totalmente elucidada, mas sabe-se que o vírus é mantido na natureza por meio de reservatórios animais, primariamente roedores silvestres. Investigações apontam que espécies como esquilos (*Funisciurus* e *Heliosciurus*), ratos gigantes da Gâmbia (*Cricetomys*), arganazes (*Graphiurus*) e outros pequenos mamíferos são os hospedeiros naturais mais prováveis do MPXV, enquanto primatas não humanos (macacos e chimpanzés) são considerados hospedeiros acidentais (HUANG *et al.*, 2022; KARAGOZ *et al.*, 2023).

A transmissão zoonótica para humanos ocorre por contato direto com sangue, fluidos corporais, lesões cutâneas ou mucosas de animais infectados, bem como por meio de mordidas, arranhões ou pelo consumo de carne de caça mal-cozida (HUANG *et al.*, 2022). Uma vez introduzido em populações humanas, o MPXV se dissemina principalmente por meio de contato próximo pessoa a pessoa, incluindo contato pele a pele com lesões infecciosas, exposição a gotículas respiratórias por períodos prolongados (face a face) e contato com fômites contaminados, como roupas de cama e toalhas (Anvisa, 2024).

O surto de 2022 destacou um novo padrão de transmissão, fortemente associado a relações sexuais, particularmente entre homens que fazem sexo com homens (HSH), com detecção frequente de DNA viral em sêmen e lesões anogenitais (KARAGOZ *et al.*, 2023). Além disso, a transmissão vertical (mãe-feto) e a transmissão humano-animal (ex.: humano para cão) já foram documentadas, ampliando o espectro de risco (HUANG *et al.*, 2022).

No que tange à sazonalidade, os dados disponíveis indicam que a Mpox não apresenta um padrão sazonal estritamente definido em regiões endêmicas, ao contrário de infecções respiratórias típicas. Estudos na República Democrática

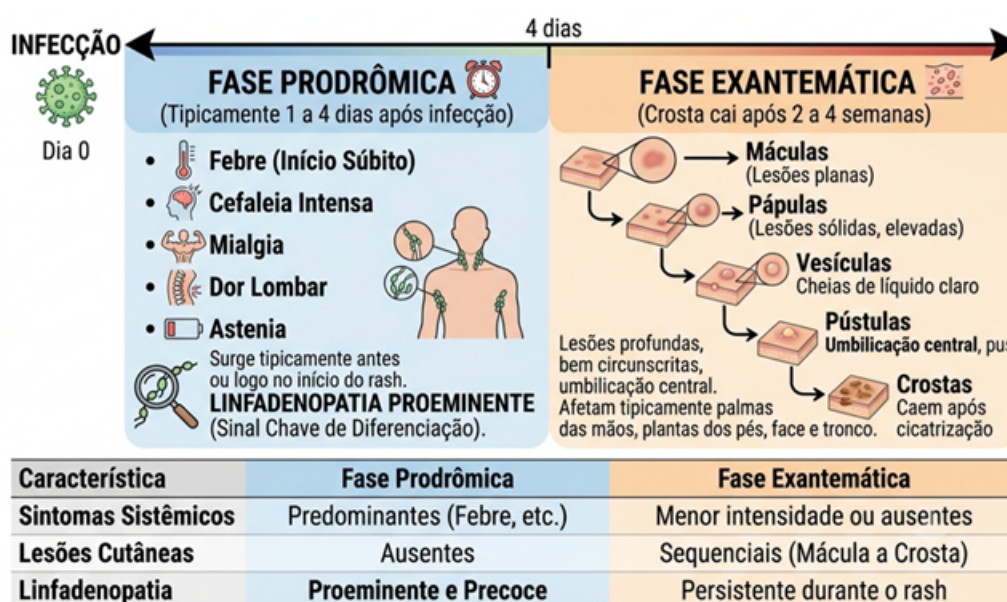
do Congo e em outros países da África Central e Ocidental mostram que os casos humanos podem ocorrer ao longo de todo o ano, com possíveis aumentos de incidência relacionados a períodos de maior contato entre humanos e animais reservatórios, frequentemente influenciados por fatores ecológicos e comportamentais, como a estação chuvosa (que pode alterar a abundância de roedores e a dinâmica de busca por alimentos) e a maior exposição a animais silvestres durante atividades de caça e desmatamento (HUANG *et al.*, 2022).

Entretanto, em surtos fora da África, como o de 2022, a sazonalidade parece ter sido menos relevante do que a transmissão inter-humana rápida em redes sexuais densas, sugerindo que, uma vez estabelecida a circulação sustentada entre humanos, os fatores comportamentais e a densidade populacional podem se sobrepor aos determinantes sazonais clássicos (KARAGOZ *et al.*, 2023).

### 3.2 Quadro Clínico e Diagnóstico Diferencial

O período de incubação da Mpox varia de 5 a 21 dias, com média entre 7 e 14 dias. A doença classicamente divide-se em duas fases: prodrômica e exantemática (figura 7). A fase prodrômica dura de 1 a 4 dias e caracteriza-se por febre, cefaleia intensa, mialgia, dor lombar, astenia e, principalmente, linfadenopatia proeminente – um sinal chave que diferencia a Mpox da varíola e da catapora (HUANG *et al.*, 2022; KARAGOZ *et al.*, 2023). A linfadenopatia surge tipicamente antes ou logo no início do rash. Na fase exantemática, as lesões evoluem de maneira sequencial: máculas → pápulas → vesículas → pústulas → crostas, que caem após 2 a 4 semanas. As lesões são profundas, bem circunscritas, com frequente umbilicação central, e afetam palmas das mãos, plantas dos pés, face e tronco (ANVISA, 2024).

Figura 7. Infográfico de diferenciação das fases clínicas do Mpox.



Fonte: Gerada por Inteligência Artificial (OpenAI, 2026).

No surto global de 2022, observou-se apresentação clínica atípica em muitos casos: as lesões localizavam-se preferencialmente nas regiões anogenital e perianal, frequentemente em pequeno número, e muitos pacientes não apresentaram a fase prodrômica clássica ou tiveram febre apenas após o início do rash (PATEL *et al.*, 2022; THORNHILL *et al.*, 2022). Sintomas como proctite (inflamação dolorosa do reto), dor anal intensa, disúria e edema peniano foram amplamente

relatados, especialmente em homens que fazem sexo com homens (KARAGOZ *et al.*, 2023). Complicações graves incluem pneumonia, encefalite, ceratite, infecções bacterianas secundárias da pele e sepse.

O diagnóstico diferencial da Mpox é amplo e deve considerar doenças infecciosas e dermatológicas que cursam com febre e lesões cutaneomucosas. Entre as principais estão a varicela, caracterizada por lesões em diferentes estágios evolutivos, prurido intenso, raro acometimento das regiões palmoplantares e ausência de linfadenopatia proeminente. Também deve ser considerada a sífilis secundária, que pode apresentar lesões papulosas ou pustulosas, inclusive em palmas das mãos e plantas dos pés. A infecção pelo vírus herpes simples constitui outro importante diagnóstico diferencial, uma vez que geralmente provoca lesões agrupadas e restritas às regiões oral ou genital. Outras condições que podem apresentar manifestações semelhantes incluem sarampo, rubéola, escabiose, molusco contagioso e reações cutâneas medicamentosas. Na presença de lesões anogenitais ou proctite, também devem ser investigadas infecções sexualmente transmissíveis, como linfogranuloma venéreo e donovanose (KARAGOZ *et al.*, 2023).

Outro aspecto relevante é a possibilidade de coinfeção, especialmente com sífilis, infecção pelo vírus herpes simples e infecção pelo vírus da imunodeficiência humana (HIV), o que pode modificar a apresentação clínica e dificultar o diagnóstico. Por esse motivo, recomenda-se a confirmação laboratorial por reação em cadeia da polimerase (PCR) em tempo real, realizada a partir de amostras coletadas por swab de lesões cutâneas, vesículas, pústulas ou crostas, método considerado padrão-ouro para o diagnóstico da Mpox (ANVISA, 2024; KARAGOZ *et al.*, 2023).

### 3.3 Vigilância e definição de caso

A vigilância da Mpox deve ser contínua e integrada, orientada por definições padronizadas de caso. Segundo a OMS (2024) e o Ministério da Saúde do Brasil (2022), considera-se caso suspeito toda pessoa com erupção cutânea aguda de evolução sequencial, podendo haver febre e linfadenopatia. Caso provável é o suspeito com vínculo epidemiológico com caso confirmado nos 21 dias anteriores. Caso confirmado é aquele com resultado positivo para MPXV por PCR em tempo real de swab de lesão cutânea (padrão-ouro). Caso descartado é o suspeito com resultado negativo. Grupos vulneráveis (crianças <8 anos, gestantes, imunocomprometidos) merecem atenção especial. A notificação compulsória imediata (até 24h) deve ser feita pelos serviços de saúde, no Brasil via SINAN e Rede CIEVS (ANVISA, 2024).

### 3.4 Fluxo prático de manejo e notificação

O manejo inicia com o isolamento imediato do caso suspeito em quarto privativo, adotando precauções para contato e gotículas (máscara cirúrgica, luvas, avental, proteção ocular). Em procedimentos geradores de aerossóis, usa-se máscara N95/PFF2. A coleta de amostras é feita com swab de duas lesões vesiculares ou pustulosas (esfregar a base), acondicionadas em meio de transporte viral sob refrigeração e enviadas ao laboratório de referência. A notificação deve ser imediata às autoridades sanitárias (SINAN/Rede CIEVS). O manejo clínico é

predominantemente sintomático (hidratação, analgesia, cuidados com lesões); casos graves (imunocomprometidos, crianças, gestantes, complicações como encefalite ou sepse) podem receber antivirais (tecovirimat) sob protocolo especial. O isolamento mantém-se até a queda completa das crostas. O rastreamento de contatos (sexuais, domiciliares, profissionais de saúde sem EPI) deve ser feito por 21 dias, com monitoramento diário de febre e sintomas. Contatos de alto risco podem receber vacina pós-exposição (JYNNEOS) idealmente até 4 dias após o contato. Recomenda-se que cada serviço elabore um Plano de Contingência com fluxogramas e integração entre CCIH, epidemiologia e vigilância local (AN-VISA, 2024; WHO, 2024).

## 4 VÍRUS NIPAH

O vírus Nipah (NiV) constitui um importante exemplo de zoonose emergente de alta letalidade, inserindo-se no contexto das doenças infecciosas com potencial epidêmico e forte relação com fatores ambientais e antrópicos. Pertencente ao gênero *Henipavirus*, família *Paramyxoviridae*, trata-se de um vírus de RNA fita simples de sentido negativo, envelopado, cuja emergência está diretamente associada à interface entre fauna silvestre, animais domésticos e seres humanos. Identificado inicialmente em 1998, na Malásia, durante um surto entre criadores de suínos, o NiV rapidamente se consolidou como um patógeno de relevância global, sendo atualmente considerado prioritário para pesquisa e desenvolvimento de contramedidas em saúde pública, sobretudo pela ausência de terapias específicas e vacinas eficazes (WHO, 2026; SINGH *et al.*, 2019; GANGULY *et al.*, 2025).

No âmbito da zoosaúde e da abordagem de Saúde Única, o vírus Nipah representa um modelo paradigmático de estudo de casos aplicados, evidenciando como alterações ecológicas, intensificação da produção animal e práticas culturais podem favorecer eventos de transbordamento (*spillover*), com repercussões significativas para sistemas de saúde humana e veterinária (FOO HOU TAN *et al.*, 2024; GANGULY *et al.*, 2025).

### 4.1 Virologia e caracterização molecular

O vírus Nipah apresenta estrutura pleomórfica e genoma composto por RNA de fita simples, contendo genes que codificam proteínas estruturais essenciais, como nucleoproteína, fosfoproteína, matriz e polimerase, além de glicoproteínas de superfície responsáveis pela ligação e fusão com células hospedeiras. Essas glicoproteínas permitem a interação com receptores celulares amplamente distribuídos, como ephrin-B2 e ephrin-B3, o que explica a capacidade do vírus de infectar múltiplas espécies e diferentes tipos celulares, incluindo tecidos neuronais e endoteliais (SINGH *et al.*, 2019; GANGULY *et al.*, 2025).

Do ponto de vista filogenético, são descritas duas linhagens principais do vírus, associadas a diferentes regiões geográficas e padrões epidemiológicos, o que reforça a variabilidade genética do agente e sua capacidade adaptativa. Essa diversidade genética possui implicações diretas na virulência, transmissibilidade e dinâmica dos surtos, tornando o NiV um agente de interesse contínuo para vigilância molecular e estudos evolutivos (FOO HOU TAN *et al.*, 2024).



## 4.2 Ecologia e dinâmica de transmissão

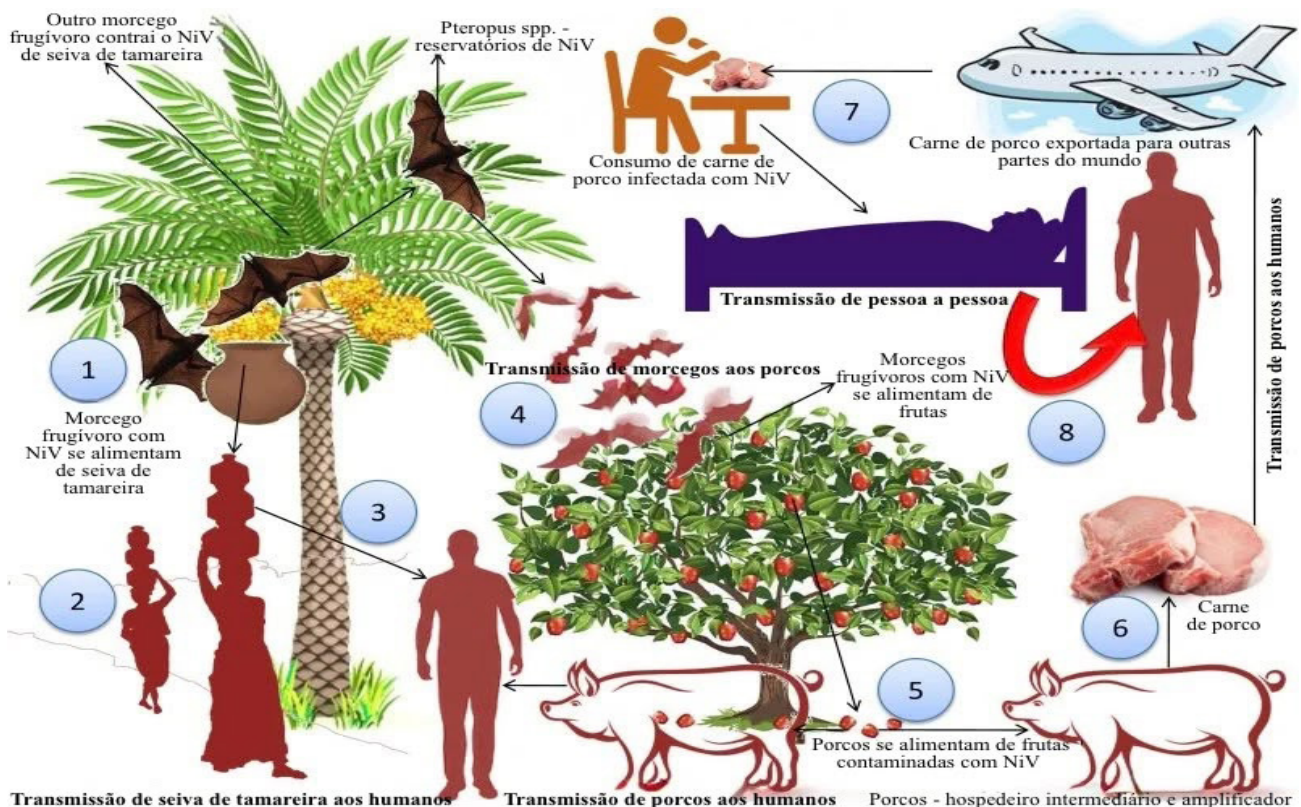
A ecologia do vírus Nipah é caracterizada por uma complexa interação entre reservatórios naturais, hospedeiros intermediários e populações humanas. Os morcegos frugívoros do gênero *Pteropus* são reconhecidos como reservatórios naturais do vírus, mantendo infecção assintomática e eliminando partículas virais por meio de secreções, como saliva, urina e fezes (WHO, 2026; SINGH *et al.*, 2019).

A transmissão para humanos pode ocorrer de forma indireta, por meio de hospedeiros intermediários, especialmente suínos, como observado no surto inicial, ou diretamente, por ingestão de alimentos contaminados, como frutas ou seiva de palmeira exposta à contaminação por morcegos. Além disso, a transmissão pessoa a pessoa é um aspecto crítico da epidemiologia do NiV, ocorrendo principalmente em contextos de contato próximo, incluindo ambientes domiciliares e hospitalares, por meio de secreções respiratórias e fluidos corporais (WHO, 2026; GANGULY *et al.*, 2025).

Esses múltiplos modos de transmissão evidenciam a relevância de fatores socioambientais e culturais na emergência e manutenção do vírus, reforçando a necessidade de estratégias integradas de vigilância que considerem simultaneamente os componentes humano, animal e ambiental (FOO HOU TAN *et al.*, 2024).

A dinâmica de transmissão do vírus Nipah envolve diferentes reservatórios, hospedeiros intermediários e vias de disseminação entre animais e seres humanos. A Figura 8 ilustra os principais mecanismos de transmissão do NiV, destacando o papel dos morcegos do gênero *Pteropus*, dos suínos como hospedeiros amplificadores e das diferentes rotas de infecção humana.

Figura 8. Dinâmica de transmissão do vírus Nipah.



Fonte: Adaptado de Singh *et al.* (2019).

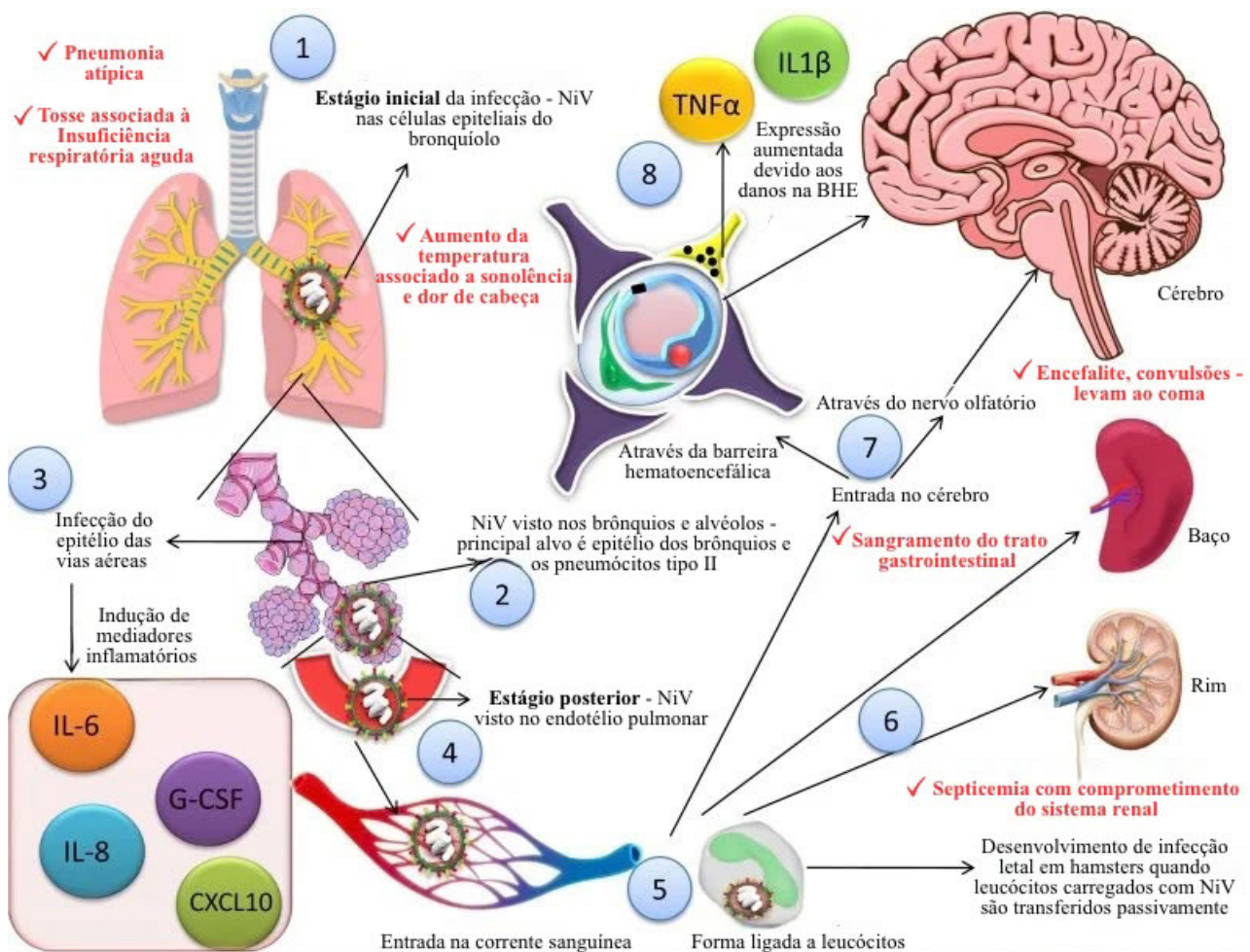
### 4.3 Aspectos clínicos e patogênese

A infecção pelo vírus Nipah apresenta amplo espectro clínico, variando desde quadros assintomáticos até manifestações graves e frequentemente fatais. O período de incubação geralmente varia entre 4 e 14 dias, podendo ser mais prolongado em alguns casos. Inicialmente, os sintomas são inespecíficos, incluindo febre, cefaleia, mialgia e mal-estar geral, o que dificulta o reconhecimento precoce da doença (WHO, 2026).

A progressão clínica pode ser rápida, com evolução para encefalite aguda, caracterizada por alterações neurológicas, como confusão mental, convulsões e coma. Além disso, manifestações respiratórias, incluindo síndrome respiratória aguda, são frequentes e contribuem tanto para a gravidade do quadro quanto para a transmissão do vírus. A elevado tropismo por células neuronais e endoteliais está diretamente relacionado à gravidade da doença e à alta taxa de letalidade, que pode variar entre 40% e 75%, dependendo do contexto epidemiológico e da capacidade assistencial disponível (WHO, 2026; SINGH *et al.*, 2019; GANGULY *et al.*, 2025).

A patogênese da infecção pelo vírus Nipah está relacionada à disseminação sistêmica do vírus e ao comprometimento dos sistemas respiratório e nervoso central. A Figura 9 resume os principais mecanismos envolvidos nesse processo.

Figura 9. Patogênese da infecção pelo vírus Nipah.



Fonte: Adaptado de Singh *et al.* (2019).

#### 4.4 Diagnóstico, manejo e limitações terapêuticas

O diagnóstico da infecção pelo NiV baseia-se na combinação de critérios clínicos, epidemiológicos e laboratoriais. A confirmação é realizada principalmente por técnicas moleculares, como a RT-PCR, considerada padrão-ouro, utilizando amostras biológicas como sangue, secreções respiratórias e líquido cefalorraquidiano. Métodos sorológicos também podem ser empregados em fases posteriores da doença (WHO, 2026; SINGH *et al.*, 2019).

Entretanto, o manejo clínico permanece limitado, sendo predominantemente de suporte, uma vez que não existem antivirais específicos ou vacinas licenciadas para uso humano. A assistência inclui suporte respiratório, monitoramento neurológico e tratamento de complicações sistêmicas. Essa limitação terapêutica, associada à alta virulência do agente, contribui para a elevada mortalidade observada nos surtos (GANGULY *et al.*, 2025; WHO, 2026).

#### 4.5 Vigilância, prevenção e implicações para a zoonoses

A vigilância epidemiológica do vírus Nipah requer sistemas sensíveis e integrados, capazes de detectar precocemente casos suspeitos e interromper cadeias de transmissão. Medidas como isolamento de pacientes, rastreamento de contatos e adoção de práticas rigorosas de biossegurança em serviços de saúde são fundamentais para o controle de surtos.

Nesse contexto, destaca-se a importância do monitoramento de populações de morcegos e animais domésticos, bem como a implementação de medidas que reduzam o contato entre esses animais e humanos. Estratégias preventivas incluem a proteção de alimentos contra contaminação, a modificação de práticas culturais de risco e a educação em saúde das populações expostas (WHO, 2026; SINGH *et al.*, 2019).

Além disso, a emergência do NiV está intimamente relacionada a mudanças ambientais, como desmatamento e expansão agrícola, que alteram o habitat dos reservatórios naturais e aumentam a probabilidade de eventos de transbordamento. Dessa forma, o vírus Nipah reforça a necessidade de uma abordagem integrada baseada no conceito de Saúde Única, essencial para a prevenção de futuras zoonoses emergentes (FOO HOU TAN *et al.*, 2024; GANGULY *et al.*, 2025).

#### 4.6 Implicações para a região amazônica

Embora não haja circulação autóctone reconhecida do vírus Nipah na Amazônia, sua inclusão em um livro sobre vigilância de zoonoses virais amazônicas é cientificamente justificável. O NiV constitui um exemplo de patógeno emergente cuja relevância ultrapassa sua distribuição geográfica atual. Trata-se de um vírus zoonótico associado a reservatórios silvestres, com capacidade de transbordamento para animais domésticos e humanos, transmissão interpessoal documentada, elevada letalidade e inexistência de vacinas ou tratamentos específicos licenciados para uso rotineiro. Esses atributos o tornam útil para discutir preparação, vigilância baseada em risco e resposta rápida a agentes infecciosos de alto impacto, mesmo quando ainda não identificados em determinado



território (CDC, 2024).

A Amazônia reúne características ecológicas e sociais que exigem sistemas de vigilância sensíveis para zoonoses emergentes. A elevada biodiversidade, a presença de múltiplos reservatórios potenciais, a convivência entre populações humanas, animais domésticos e fauna silvestre, além da expansão de atividades como desmatamento, agropecuária, mineração, abertura de estradas e urbanização desordenada, modificam os padrões de contato entre espécies. Essas transformações podem reduzir barreiras ecológicas, alterar rotas de dispersão de hospedeiros e aumentar oportunidades de exposição humana a agentes infecciosos. Nesse contexto, o interesse pelo Nipah não decorre de sua ocorrência regional, mas de sua utilidade como modelo para compreender os mecanismos gerais que favorecem eventos de *spillover* e amplificação de zoonoses virais (ELLWANGER *et al.*, 2020).

A abordagem de Saúde Única oferece a base conceitual para essa análise, ao integrar saúde humana, saúde animal e condições ambientais na avaliação de riscos infecciosos. Para a vigilância amazônica, isso implica reconhecer que a detecção precoce de ameaças não depende apenas da confirmação laboratorial de um agente específico. Também exige vigilância sindrômica de encefalites, síndromes respiratórias graves, surtos febris incomuns e eventos neurológicos de causa indeterminada; investigação de adoecimento ou mortalidade anormal em animais domésticos e silvestres; monitoramento de alterações ambientais relevantes; e integração de informações epidemiológicas, veterinárias, laboratoriais e territoriais. Esse conjunto de ações permite identificar sinais precoces de emergência, orientar hipóteses diagnósticas e reduzir o tempo entre suspeição, notificação e resposta (WHO, 2026; ELLWANGER *et al.*, 2020).

Além disso, o estudo do NiV contribui para a capacitação de profissionais que atuam em regiões de fronteira ecológica e sanitária. Casos iniciais de doenças emergentes frequentemente apresentam manifestações inespecíficas, como febre, sintomas respiratórios, alterações neurológicas e rápida deterioração clínica. A familiaridade com patógenos de alto potencial epidêmico favorece a construção de fluxos assistenciais e laboratoriais mais seguros, incluindo biossegurança, coleta adequada de amostras, proteção de equipes de saúde, rastreamento de contatos e comunicação de risco. Mesmo na ausência de circulação local, esse preparo fortalece a capacidade de resposta diante de agentes emergentes conhecidos ou desconhecidos (CDC, 2024; ELLWANGER *et al.*, 2020; WHO, 2026).

Dessa forma, o Nipah deve ser compreendido, neste capítulo, como um estudo de caso aplicado à vigilância de zoonoses virais em ecossistemas complexos. Sua análise amplia a capacidade crítica de interpretar riscos na interface humano-animal-ambiente e reforça a necessidade de sistemas intersetoriais, territorializados e orientados por evidências. Incluir o NiV em uma obra sobre a Amazônia, portanto, não significa pressupor sua presença na região, mas reconhecer que a preparação para patógenos emergentes é componente essencial da segurança sanitária, da vigilância epidemiológica moderna e da abordagem de Saúde Única (CDC, 2024; ELLWANGER *et al.*, 2020; WHO, 2026).



## Referências

- ANDERSEN, K. G. *et al.* The proximal origin of SARS-CoV-2. *Nature Medicine*, v. 26, p. 450–452, 2020.
- ANVISA. Nota Técnica GVIMS/CGTES/DIRE3/ANVISA Nº 03/2022: Orientações para prevenção e controle da mpox nos serviços de saúde – atualizada em 21/10/2024. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2024.
- ANISH, T. S. *et al.* Pandemic potential of the Nipah vírus and public health strategies adopted during outbreaks: lessons from Kerala, India. *PLOS Global Public Health*, v. 4, n. 12, e0003926, 2024. DOI: 10.1371/journal.pgph.0003926
- APPLEGATE, T. L. *et al.* Paving the way for quality assured, decentralised point-of-care testing for infectious disease in primary care. *Expert Review of Molecular Diagnostics*, v. 24, n. 12, p. 1125–1138, 2024.
- BEDFORD, J. *et al.* COVID-19: towards controlling of a pandemic. *The Lancet*, v. 395, p. 1015–1018, 2020.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Nota Técnica GVIMS/CGTES/DIRE3/ANVISA nº 03/2022: orientações para prevenção e controle da mpox nos serviços de saúde – atualizada em 21/10/2024. Brasília: ANVISA, 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Oropouche*. Brasília, DF, 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/o/oropouche>. Acesso em: 4 abr. 2026.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Plano de Contingência Nacional para Monkeypox. Versão 2. Brasília: Ministério da Saúde, 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Plano Nacional de Operacionalização da Vacinação contra a COVID-19*. Brasília: Ministério da Saúde, 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Doenças Transmissíveis. Coordenação-Geral de Vigilância de Arboviroses. Nota Técnica nº 117/2024-CGAR/DEDT/SVSA/MS. *Atualização das orientações para a vigilância do Oropouche*. Brasília, DF, 20 dez. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/notas-tecnicas/2024/nota-tecnica-n-117-2024-cgarb-dedt-svsa-ms.pdf>. Acesso em: 4 abr. 2026.
- BUSS, L. F. *et al.* Three-quarters attack rate of SARS-CoV-2 in the Brazilian Amazon during a largely unmitigated epidemic. *Science*, v. 371, n. 6526, p. 288–292, 2021.
- CDC. (2024, June 5). *About Nipah Virus*. Nipah Virus. <https://www.cdc.gov/nipah-virus/about/>
- CORMAN, V. M. *et al.* Detection of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) by real-time RT-PCR. *Euro-surveillance*, v. 25, n. 3, 2020.
- ELLWANGER, J. H.; KAMINSKI, V. L.; CHIES, J. A. B. Emerging infectious disease prevention: where should we invest our resources and efforts? *Journal of Infection and Public Health*, v. 13, n. 3, p. 313–316, 2020.
- ELLWANGER, J. H. *et al.* (2020). Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 92(1). <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020191375>
- 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: FAO; UNEP, WHO and WOA, 2022. DOI: 10.4060/cc2289en.
- FARIA, N. R. *et al.* Genomics and epidemiology of the P.1 SARS-CoV-2 lineage in Manaus, Brazil. *Science*, v. 372, n. 6544, p. 815–821, 2021.
- FIOCRUZ AMAZÔNIA. *Boletins e informes técnicos sobre COVID-19 na Amazônia*. Manaus: Instituto Leônidas & Maria Deane, Fundação Oswaldo Cruz, 2021.
- FOO HOU TAN *et al.* A systematic review on Nipah virus: global molecular epidemiology and medical countermeasures development. *Virus Evolution*, 25 jul. 2024.
- GANGULY, A. *et al.* The rising threat of Nipah virus: a highly contagious and deadly zoonotic pathogen. *Virology Journal*, v. 22, n. 1, 10 maio 2025.

- HAAS, E. J. et al. Impact and effectiveness of mRNA BNT162b2 vaccine against SARS-CoV-2 infections and COVID-19 cases, hospitalisations, and deaths following a nationwide vaccination campaign in Israel. *The Lancet*, v. 397, p. 1819–1829, 2021.
- HUANG, Yong; MU, Li; WANG, Wei. Monkeypox: epidemiology, pathogenesis, treatment and prevention. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, [S.l.], v. 7, n. 373, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41392-022-01215-4>.
- JONES, K. E. et al. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, v. 451, p. 990–993, 2008.
- KARAGOZ, A. et al. Monkeypox (mpox) virus: classification, origin, transmission, genome organization, antiviral drugs, and molecular diagnosis. *Journal Of Infection And Public Health*, [S.L.], v. 16, n. 4, p. 531–541, abr. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jiph.2023.02.003>.
- LU, J. et al. Mpox (formerly monkeypox): pathogenesis, prevention and treatment. *Signal Transduction And Targeted Therapy*, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 0–1, 27 dez. 2023. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41392-023-01675-2>.
- MARTINS-FILHO, Paulo Ricardo; CARVALHO, Thialla Andrade; SANTOS, Cliomar Alves dos. Spatio-temporal epidemiology of Oropouche fever, Brazil, 2015–2024. *Emerging Infectious Diseases*, v. 30, n. 10, out. 2024. doi: 10.3201/eid3010.241088. Disponível em: <https://doi.org/10.3201/eid3010.241088>. Acesso em: 4 abr. 2026.
- MORAES, L. C. de et al. Febre Oropouche em pediatria: desafios na identificação clínica e no diagnóstico diferencial em áreas endêmicas. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 7, n. 12, p. 1091–1105, 17 dez. 2025. doi: 10.36557/2674-8169.2025v7n12p1091-1105. Disponível em: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2025v7n12p1091-1105>. Acesso em: 4 abr. 2026.
- MOORE, K. A. et al. Measures to prevent and treat Nipah virus disease: research priorities for 2024–29. *The Lancet Infectious Diseases*, v. 24, n. 11, p. e707–e717, 2024. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099\(24\)00262-7/abstract](https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(24)00262-7/abstract).
- NAVECA, F. G. et al. Human outbreaks of a novel reassortant Oropouche virus in the Brazilian Amazon region. *Nat Med*, v. 30, p. 3509–3521, 2024. doi: 10.1038/s41591-024-03300-3. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41591-024-03300-3>. Acesso em: 4 abr. 2026.
- NAVECA, F. G. et al. COVID-19 in Amazonas, Brazil, was driven by the persistence of endemic lineages and P.1 emergence. *Nature Medicine*, 2021.
- NTSHOE, G. et al. A systematic review on mobile health applications for outbreak management. *BMC Public Health*, v. 21, p. 2228, 2021.
- OKESANYA, O. J. et al. Addressing the emerging threat of Oropouche virus: implications and public health responses for healthcare systems. *Trop Dis Travel Med Vaccines*, v. 11, artigo 1, 2025. doi: 10.1186/s40794-024-00236-x. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40794-024-00236-x>. Acesso em: 4 abr. 2026.
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. *Actualización Epidemiológica: Oropouche en la Región de las Américas* – 13 de agosto de 2025. Washington, D.C., 13 ago. 2025. Disponível em: <https://www.paho.org/es/documentos/actualizacion-epidemiologica-oropouche-region-america-13-agosto-2025>. Acesso em: 4 abr. 2026.
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). *Resposta à COVID-19 no Brasil: experiências e lições aprendidas*. Brasília: OPAS Brasil, 2022.
- PATEL, A. et al. Clinical features and novel presentations of human monkeypox in a central London centre during the 2022 outbreak: descriptive case series. *Bmj*, [S.L.], v. 378, n. 1, p. 0–541, 28 jul. 2022. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj-2022-072410>.
- POLACK, F. P. et al. Safety and efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 vaccine. *New England Journal of Medicine*, v. 383, p. 2603–2615, 2020.
- RICHARD-GREENBLATT, M. et al. Copan eNAT transport system to address challenges in COVID-19 diagnostics in regions with limited testing access. *Journal of Clinical Microbiology*, v. 59, n. 4, 2021.
- SABINO, E. C. et al. Resurgence of COVID-19 in Manaus, Brazil, despite high seroprevalence. *The Lancet*, v. 397, p. 452–455, 2021.
- SINGH, R. K. et al. Nipah virus: epidemiology, pathology, immunobiology and advances in diagnosis, vaccine designing and control strategies – a comprehensive review. *Veterinary Quarterly*,

v. 39, n. 1, p. 26-55, 22 abr. 2019

THORNHILL, John P; ANTINORI, Andrea; ORKIN, Chloe M. Monkeypox Virus Infection across 16 Countries — April–June 2022. *New England Journal Of Medicine*, [S.L.], v. 387, n. 25, p. 1-2, 22 dez. 2022. Massachusetts Medical Society. <http://dx.doi.org/10.1056/nejmc2213969>.

TILSTON-LUNEL, Natasha L.. Oropouche Virus: an emerging orthobunyavirus. *Journal Of General Virology*, [S.L.], v. 105, n. 10, p. 0-0, 1 out. 2024. Microbiology Society. <http://dx.doi.org/10.1099/jgv.0.002027>.

TORTOSA, F.; GUTIÉRREZ CASTILLO, G.; IZCOVICH, A. *et al.* Revisão sistemática viva das manifestações clínicas da febre de Oropouche: chaves para diferenciar a dengue e outras arboviroses. *Rev Panam Saúde Pública*, v. 48, e136, 15 nov. 2024. Espanhol. doi: 10.26633/RPSP.2024.136. Disponível em: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2024.136>. Acesso em: 4 abr. 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Nipah virus*. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/nipah-virus>>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Diagnostic testing for SARS-CoV-2*. Geneva: WHO, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *One Health*. Geneva: WHO, 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Vigilância, investigação de casos e rastreamento de contatos para mpox (varíola dos macacos)*: Orientações provisórias. Genebra: WHO, 2024.

# ÍNDICE REMISSIVO

## A

*Amazônia* — 9–16, 19–24, 26–31, 33–42, 44–49, 51–71

*Arboviroses* — 11, 22–24, 27, 33–40, 51–55

*Atenção Primária à Saúde* — 52, 60–63

*Animais domésticos* — 12–13, 27, 68–71

*Animais silvestres* — 9–16, 26–31, 68–71

*Amostras biológicas* — 33–42, 54, 66–70

*Amostras clínicas* — 33–42

*Análise epidemiológica* — 14–16, 26–31, 44–49

## B

*Biodiversidade* — 9–16, 19–24, 26–31, 51–71

*Biossegurança* — 27, 33–42, 44–49, 66–71

*Busca ativa de casos* — 44–49

## C

*Cadeia do frio* — 34–36, 39–42, 61

*Cadeia de vigilância integrada* — 27–31

*Casos suspeitos* — 44–49, 54–55, 66–67, 70–71

*Comunicação de risco* — 44–49, 60–63, 66–71

*Comunidades indígenas* — 19–24, 26–31, 33–42, 44–49, 60–63

*Comunidades ribeirinhas* — 19–24, 26–31, 33–42, 44–49, 60–63

*Conservação ambiental* — 9–16, 33–42, 60–63

*COVID-19* — 21, 44–49, 59–63

*Culicoides paraensis* — 11, 13

## D

*Dengue* — 11, 22–24, 33–42, 54–56

*Diagnóstico diferencial* — 54–55, 65–66

*Diagnóstico laboratorial* — 14–16, 26–31, 33–42, 54–55, 66–70

*Diagnóstico molecular* — 33–42, 54–55, 66, 70

*Diagnóstico portátil* — 40–42

*Determinantes socioambientais* — 19–24

*Desmatamento* — 9–16, 19–24, 26–31, 33–42, 68–71

*Desenvolvimento territorial* — 22–24



## **E**

*Emergência de zoonoses* — 9–16, 19–24, 26–31, 51–71

*Emergência viral* — 9–16

*Efeito de diluição* — 9–16

*Ecossistemas* — 9–16, 19–24, 26–31, 51–71

*Educação em saúde* — 21–24, 44–49, 60–63, 68–71

## **F**

*Febre amarela* — 11–16, 33–34

*Febre Oropouche* — 11, 14–16, 33–34, 51–59

*Fauna silvestre* — 9–16, 26–31, 64–71

*Fragmentação florestal* — 11–13

## **G**

*GeneXpert* — 40

*Georreferenciamento* — 29–31

*Gestão ambiental* — 22–24

*Genômica, vigilância* — 14–16, 27–31, 60–63

## **H**

*Hantavírus* — 10–16, 27, 33–42

*Hospedeiros* — 10–13, 51–71

*Hospedeiros intermediários* — 68

## **I**

*Interfaces humano-animal-ambiente* — 12–13, 26–31

*Integração de dados* — 27–31, 60–63

*Interoperabilidade* — 29–31, 62

*Investigação epidemiológica* — 14–16, 44–49, 51–71

## **L**

*Laboratório Central de Saúde Pública (LACEN)* — 55

*Laboratórios de referência* — 33–42

*Logística em saúde* — 33–42

*Lógica territorial* — 19–24

## **M**

*Mayaro* — 11, 33–42

*Mineração* — 11–13, 26–31, 51–71

*Mudanças climáticas* — 13, 19–24

*Mpox* — 63–67

*Morcegos — 10–16, 27, 40, 68–71*

## **N**

*Notificação compulsória — 44–49, 54–55, 66–67*

*Notificação imediata — 46–49, 55, 66–67*

*Nipah — 67–71*

*NGS (sequenciamento de nova geração) — 14–16*

## **O**

*Oropouche — 11, 14–16, 22–24, 33–42, 51–59*

*Orthobunyavirus oropoucheense — 51–55*

*One Health — 12–16, 19–24, 26–31, 51–71*

## **P**

*Povos e comunidades tradicionais — 19–24*

*Povos indígenas — 19–24, 26–31, 33–42, 60–63*

*Participação comunitária — 19–24, 26–31, 44–49, 60–63*

*Point-of-care (POC) — 26–31, 33–42*

*Primatas não humanos — 10–16*

*Prevenção — 14–16, 44–49, 60–71*

*Pandemias — 9–16, 44–49, 60–71*

## **R**

*Raiva — 11–13, 40*

*Reservatórios naturais — 9–16, 26–31, 68–71*

*Resposta a surtos — 44–49*

*Rastreamento de contatos — 44–49, 60, 66–71*

*Risco epidemiológico — 19–24, 26–31*

*Risco de spillover — 9–16, 19–24, 26–31, 68–71*

## **S**

*Saúde Única — 12–16, 19–24, 26–31, 51–71*

*Saúde animal — 19–24, 26–31, 51–71*

*Saúde ambiental — 19–24, 26–31, 51–71*

*Saúde humana — 19–24, 26–31*

*Saúde pública — 9–16, 19–24, 26–31, 33–42, 44–49, 51–71*

*Sequenciamento genômico — 14–16, 60–63*

*Sistemas de informação — 29–31, 62*

*Surtos — 14–16, 44–49, 51–71*

*Spillover — 9–16, 26–31, 68–71*

## **V**

*Vigilância sindrômica* — 29–31, 70–71

*Vigilância sentinela* — 9–16, 29–31

*Vigilância participativa* — 29–31

*Vigilância epidemiológica* — 14–16, 26–31, 33–42, 44–49, 51–71

*Vigilância laboratorial* — 14–16, 26–31, 33–42, 51–71

*Vigilância genômica* — 14–16, 27–31, 60–63

*Vigilância integrada* — 26–31, 44–49, 51–71

*Vírus* — 9–16, 19–24, 26–31, 33–42, 51–71

*Viroma amazônico* — 9–16

*Vetores* — 9–16, 19–24, 26–31

*Vacinação* — 60–63, 67

## **Z**

*Zoonoses emergentes* — 9–16, 19–24, 26–31, 51–71

*Zoonoses virais* — 9–16, 19–24, 26–31, 33–42, 44–49, 51–71

*Zika* — 11, 22–24, 54–55

## ORGANIZADORAS

**TUANE CAROLINA DE SOUZA FERREIRA**



**G**raduada em Licenciatura em Ciências Biológicas - UFPA (2009-2013). Mestre em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários - UFPA (2014-2016). Doutora em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários - UFPA (2016-2021). Especialista pelo programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Tecnologias Educacionais para a Prática Docente ENSINO - IFPA (2023 - 2024). Experiência na área de Biologia molecular no Laboratório de Virologia - UFPA (2012 - 2021). Experiência na área de Biologia molecular e Microbiologia / Bacteriologia (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO EM SAÚDE (FIOTEC) (2018-2024) no Laboratório de Enteroinfecções bacterianas II (LBENTII) e Laboratório de Leptospirose e outras Zoonoses no Instituto Evandro Chagas (IEC). Docente convidada no Curso de pós-graduação da Centro Universitário da Amazônia (UNIESAMAZ) (2020-2023) lecionando nas disciplinas: Imunopatogênese e Bacteriologia. Professora Substituta - Departamento de Ciências Naturais - DCNA; Universidade do Estado do Pará - UEPA (2024). Professora Assistente I - Departamento de Morfologia e Ciências Fisiológicas - DMCF; atuando nos cursos de Medicina e Biomedicina (2024 - atual). Tutora coordenadora do Grupo de aprendizagem GA4 - PET SAÚDE DIGITAL Informação e Saúde Digital: Sistema Integrado de Análise e Monitoramento Epidemiológico de Doenças Tropicais com Atualização Contínua em Marabá/PA; Orientadora da Liga Acadêmica de Genética Rosalind Franklin - LIGEN - Campus VIII.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1934152719137760>



## ORGANIZADORAS

**ANA CAROLINA CANDIDO DOS SANTOS**



**A**cadêmica de Medicina da Universidade do Estado do Pará (UEPA) e fluente em língua inglesa. Membro da liga acadêmica de dermatologia (LIMDERM) e ex-diretora da liga de anatomia (LIANAC). Atua na produção científica nas áreas de epidemiologia, doenças infecciosas e cirurgia, com trabalhos sobre doença de Chagas, hanseníase, sífilis gestacional e cirurgia laparoscópica. Possui experiência na elaboração e apresentação de estudos epidemiológicos, revisões sistemáticas e resumos científicos, com reconhecimento em premiação acadêmico-científica. É coordenadora do livro “Vigilância de Zoonoses Virais na Amazônia: Saúde Única, Território e Resposta a Surtos”, dedicado à integração entre saúde humana, animal e ambiental no contexto amazônico.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0992208933234659>

# AUTORES

## **Caio Henrique Corrêa Alves**

Acadêmico de medicina pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Formação em computação básica, moderada fluência em inglês. Atuo ativamente em pesquisas e extensões voltadas para áreas de doenças infecciosas e prevalentes na região da Amazônia. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6370982818055879>

## **Carlos Emanuel Carvalho de Sousa**

Acadêmico de Medicina pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Membro das ligas LITRASP (Trauma) e LACIM (Cirurgia); ex-diretor da LIANAC (Anatomia Humana e Clínica). Atua em pesquisa e extensão nas áreas de cirurgia, trauma, doenças infecciosas e medicina tradicional da Amazônia, com trabalhos sobre doença de Chagas, cirurgia gástrica e hanseníase apresentados em eventos científicos. Currículo Lattes: <https://lattes.cnpq.br/4820840344606131>

## **Carlos Henrique Xavier Conceição**

Acadêmico de Medicina pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), com formação técnica em Informática. Possui experiência na interseção entre tecnologia e saúde, com atuação no desenvolvimento de sistemas de automatização aplicados ao resgate em áreas de risco. Atua em pesquisas nas áreas de doenças emergentes e prevalentes na região da Amazônia, como a Febre Oropouche e o Câncer de Colo de Útero. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0514370118835190>

## **João Lucas Francisco de Carvalho Sousa**

Acadêmico de Medicina pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Membro das ligas acadêmicas LAMPED (Pediatria); LACIM (Cirurgia); LAOM (Oncologia) e diretor da liga acadêmica LAMAC (Cardiologia). Atua também como monitor do Laboratório de Suporte Básico de Vida, além de exercer função de vice-representante de turma. Possui publicações nas áreas de saúde pública na Amazônia e de educação em suporte básico de vida nas escolas. Currículo Lattes: <https://lattes.cnpq.br/4244498512566228>

## **Kisley Patrick de Souza Bernardes**

Acadêmico de Medicina pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Atua em pesquisas na área das Ciências da Saúde, com interesse em doenças emergentes e prevalentes e em temas relacionados à saúde pública na Amazônia, incluindo hanseníase e sífilis congênita. Possui também publicações nas áreas de obesidade, Diabetes Mellitus tipo 2, terapia baseada em agonistas do receptor GLP-1 e dor neuropática. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3982623417060649>

## **Maria Carolina Serrão Almeida de Souza**

Acadêmica de Medicina da Universidade do Estado do Pará (UEPA), com atuação em atividades de ensino, extensão, gestão acadêmica e liderança estudantil. Atua na diretoria da liga acadêmica LINDERM, de dermatologia. Possui experiên-

cia em organização acadêmica, representação estudantil, educação em saúde, extensão universitária e gestão financeira.

### **Maria Julia Quezado Andrade de Melo**

Acadêmica de Medicina pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Atua na diretoria das ligas acadêmicas LIMGO (Ginecologia) e LIMDERM (Dermatologia), além de exercer a função de representante de turma e integrar a diretoria do Centro Acadêmico. Participa ativamente de projetos de pesquisa e extensão, incluindo iniciativas voltadas à atenção de pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA) e a doenças emergentes e prevalentes na Amazônia. Fluente em inglês, participou do intercâmbio internacional SCORA X-Change, no Canadá, com foco em saúde reprodutiva. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9578045935241134>

### **Lorena de Oliveira Tannus**

Mestre em Cirurgia e Pesquisa Experimental pela Universidade do Estado do Pará. Especialista em Fisioterapia Cardiopulmonar e Terapia Intensiva pelo CE-AFI/PUC-GO. Graduada em Fisioterapia pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Possui experiência profissional em Fisioterapia Hospitalar e Terapia Intensiva desde 2007, com atuação em unidades de terapia intensiva adulto, cirúrgica, clínica, neonatal e pediátrica, além de assistência cardiorrespiratória, fisioterapia respiratória, enfermarias, neonatologia, pediatria e estimulação motora precoce. Atuou em hospitais de média e alta complexidade, prestando assistência a pacientes críticos cirúrgicos, cardiológicos, neurológicos, transplantados, neonatais e pediátricos. Desenvolveu atividades docentes em cursos da área da saúde, com atuação na graduação em Fisioterapia, Enfermagem e Medicina, ministrando componentes curriculares relacionados à Fisioterapia Cardiovascular, Fisioterapia em Terapia Intensiva, Geriatria, Cinesioterapia, Ética e Deontologia, Ciências Morfofuncionais e disciplinas integradas do curso médico. Também atuou na supervisão de estágios em ambiente hospitalar e cardiorrespiratório, orientação de trabalhos de conclusão de curso e docência em cursos de pós-graduação na área de Terapia Intensiva. Atualmente é docente efetiva do curso de Medicina da Universidade do Estado do Pará, Campus VIII/Marabá, desenvolvendo atividades de ensino, pesquisa, extensão e gestão acadêmica. Coordena o PET-Saúde Digital, com atuação na integração ensino-serviço-comunidade, planejamento de ações, acompanhamento de equipes, organização de fluxos, produção de relatórios e desenvolvimento de estratégias voltadas à qualificação dos serviços de saúde. Tem experiência nas áreas de Fisioterapia Cardiorrespiratória, Fisioterapia em Terapia Intensiva, Saúde Materno-Infantil, Educação em Saúde, Ensino Médico, Pesquisa Aplicada em Saúde e Integração Ensino-Serviço, com interesse em assistência fisioterapêutica hospitalar, terapia intensiva neonatal e pediátrica, gestão de equipes, protocolos assistenciais, indicadores de qualidade e inovação em saúde. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3887621214342902>





*Vigilância de zoonoses virais na Amazônia* apresenta uma abordagem integrada sobre os riscos, desafios e estratégias de vigilância de doenças virais em um dos territórios de maior biodiversidade do planeta. A obra discute a Amazônia como território sentinela, a abordagem de Saúde Única, os determinantes socioambientais, a vigilância humano-animal-ambiente, o diagnóstico em regiões remotas e a resposta às primeiras 72 horas de surtos. Também aborda aplicações práticas envolvendo febre Droupouche, COVID-19, Mpox e vírus Nipah. Destina-se a estudantes, pesquisadores e profissionais interessados em epidemiologia, saúde pública, zoonoses e vigilância em saúde.



ISBN 978-65-84364-67-7



9 786584 364677 >