



IMUNIDADE ÀS INFECÇÕES VIRAIS, BACTERIANAS, FÚNGICAS E PARASITÁRIAS: UMA ABORDAGEM INTEGRADA ENTRE SAÚDE ANIMAL E HUMANA

**FABIO SILVA DOS SANTOS; NATALIA OLIVEIRA DOS SANTOS MAGALHÃES;
EDIANA SOARES RAMOS DE LIMA; RAISA ALVES CORDOVIL; ALEFF JÚLIO
BATISTA MAGALHÃES**

RESUMO

O sistema imunológico representa um conjunto dinâmico e interconectado de mecanismos de defesa que atuam na proteção contra agentes infecciosos, como vírus, bactérias, fungos e parasitas. Na medicina veterinária, o estudo da imunidade é essencial não apenas para o bem-estar animal, mas também para a saúde humana, considerando que mais de 60% das doenças infecciosas emergentes são zoonoses (Tizard, 2021). A imunidade inata, composta por barreiras físicas, células fagocíticas e mediadores químicos, atua de forma rápida e inespecífica, enquanto a imunidade adaptativa oferece especificidade e memória imunológica, sendo fundamental para o controle duradouro das infecções (Abbas & Lichtman, 2019). Nas infecções virais, como raiva e parvovirose, interferons tipo I e células NK são ativadas precocemente, seguidas pela ação de linfócitos T CD8⁺ e anticorpos neutralizantes. Em infecções bacterianas, como brucelose e leptospirose, a fagocitose e o sistema complemento são cruciais na resposta inicial, enquanto a imunidade adaptativa promove a produção de anticorpos opsonizantes e memória imunológica (Murphy & Weaver, 2017). A imunidade antifúngica depende da integridade das barreiras epiteliais e da ativação de neutrófilos, macrófagos e linfócitos Th17, com destaque para as citocinas IL-17 e IL-22 (Brown et al., 2012). Já nas infecções parasitárias, como leishmaniose e toxoplasmose, a resposta imune varia conforme o tipo de parasita, envolvendo respostas Th1 para protozoários intracelulares e Th2 com IgE e eosinófilos para helmintos (Maizels & Yazdanbakhsh, 2003). A compreensão desses mecanismos é essencial para o desenvolvimento de vacinas, terapias imunomoduladoras e estratégias de prevenção que beneficiam tanto animais quanto humanos. O conceito de Saúde Única reforça a interdependência entre os sistemas biológicos, destacando a imunologia veterinária como ferramenta estratégica para a promoção da saúde global.

Palavras-chave: Zoonoses; Vigilância sanitária; One Health.

1 INTRODUÇÃO

A imunidade é um dos pilares fundamentais da biologia e da medicina, sendo responsável pela defesa do organismo contra uma ampla gama de microrganismos patogênicos. A resposta imune é dividida em dois grandes sistemas: a imunidade inata, que atua de forma rápida e inespecífica, e a imunidade adaptativa, que oferece especificidade e memória imunológica (Abbas & Lichtman, 2019). Essa divisão permite uma resposta coordenada e eficaz frente aos diferentes tipos de patógenos.

Na medicina veterinária, o estudo da imunidade é indispensável para o controle de doenças infecciosas que afetam animais domésticos e silvestres. No entanto, a relevância da imunologia veterinária ultrapassa os limites da saúde animal, sendo um componente essencial da saúde pública. Doenças como raiva, brucelose, toxoplasmose e leishmaniose são exemplos de zoonoses que podem ser prevenidas ou controladas por meio de estratégias imunológicas

eficazes.

O conceito de Saúde Única (One Health) propõe uma abordagem integrada entre saúde humana, animal e ambiental, reconhecendo que os sistemas biológicos estão interligados. Segundo Tizard (2021), “a imunologia veterinária é uma ponte entre o bem-estar animal e a prevenção de doenças humanas, especialmente em contextos de alta interação entre espécies”. Assim, compreender os mecanismos imunológicos frente a diferentes agentes infecciosos é fundamental para o desenvolvimento de vacinas, terapias e políticas de saúde que beneficiem toda a sociedade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo consiste em uma revisão bibliográfica narrativa e sistemática sobre os mecanismos imunológicos frente a infecções virais, bacterianas, fúngicas e parasitárias, com foco na interface entre saúde animal e humana. As buscas foram realizadas nas bases de dados PubMed, SciELO, ScienceDirect e Google Scholar, utilizando os seguintes descritores: “imunidade veterinária”, “infecções virais animais”, “imunidade antifúngica”, “resposta imune parasitária”, “zoonoses” e “One Health”.

O período de busca compreendeu publicações entre 2000 e 2023. Foram incluídos artigos originais, revisões sistemáticas, diretrizes internacionais e capítulos de livros relevantes para a imunologia veterinária e saúde pública. Estudos opinativos, sem revisão por pares ou sem relevância direta para o tema foram excluídos. A análise envolveu a categorização das informações por tipo de patógeno, destacando os mecanismos de defesa inata e adaptativa, células efectoras, citocinas envolvidas e implicações zoonóticas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Infecções Virais

As infecções virais em animais, como raiva, cinomose e influenza aviária, desencadeiam respostas imunológicas complexas. A imunidade inata é ativada inicialmente com produção de interferons tipo I, que induzem um estado antiviral nas células vizinhas (Abbas & Lichtman, 2019). Células NK e macrófagos também são recrutados para eliminar células infectadas. A imunidade adaptativa envolve linfócitos T CD8+ citotóxicos e anticorpos neutralizantes, que bloqueiam a entrada viral e promovem a eliminação do patógeno.

A vacinação animal é uma das principais estratégias de prevenção de zoonoses virais. Segundo Tizard (2021), “a imunização de cães contra o vírus da raiva é responsável pela queda de mais de 90% nos casos humanos em regiões com campanhas eficazes”. Isso evidencia o impacto direto da imunologia veterinária na saúde humana.

3.2 Infecções Bacterianas

Doenças bacterianas como brucelose, leptospirose e salmonelose são altamente relevantes para a saúde pública. A imunidade inata atua com fagocitose por neutrófilos e macrófagos, além da ativação do sistema complemento, que promove lise bacteriana e opsonização (Murphy & Weaver, 2017). A resposta adaptativa é caracterizada pela produção de anticorpos específicos e pela formação de memória imunológica.

A brucelose, por exemplo, é uma zoonose ocupacional que afeta trabalhadores rurais e veterinários. A vacinação de rebanhos e o controle sanitário são medidas essenciais para evitar a transmissão humana. Murphy & Weaver (2017) destacam que “a resposta imune eficaz contra *Brucella* spp. depende da ativação de linfócitos T e da produção de IFN- γ ”.

3.3 Infecções Fúngicas

Fungos como *Candida* spp., *Aspergillus* spp. e *Malassezia* spp. podem causar infecções

oportunistas em animais e humanos. A imunidade inata depende da integridade das barreiras epiteliais e da ação de neutrófilos e macrófagos. A resposta adaptativa envolve linfócitos Th17 e citocinas como IL-17 e IL-22, que promovem o recrutamento de células e a produção de peptídeos antimicrobianos (Brown et al., 2012).

Em humanos imunossuprimidos, como pacientes com HIV ou em tratamento quimioterápico, a falha na resposta antifúngica pode levar a infecções sistêmicas graves. A vigilância em ambientes veterinários e hospitalares é fundamental para evitar surtos fúngicos.

3.4 Infecções Parasitárias

Parasitas como *Leishmania* spp., *Toxoplasma gondii* e helmintos como *Ancylostoma* spp. apresentam ciclos de vida complexos e estratégias de evasão imunológica. A resposta imune varia conforme o tipo de parasita: protozoários intracelulares ativam respostas Th1 com produção de IFN- γ , enquanto helmintos induzem respostas Th2 com produção de IgE e ativação de eosinófilos (Maizels & Yazdanbakhsh, 2003).

A leishmaniose é uma zoonose endêmica em diversas regiões do Brasil, com impacto direto na saúde humana. O controle da doença depende da imunização de cães, controle de vetores e educação sanitária. Maizels & Yazdanbakhsh (2003) afirmam que “o equilíbrio entre respostas Th1 e Th2 é determinante para o prognóstico da infecção parasitária”.

Tabela 1 – Comparação entre Imunidade Inata e Adaptativa

Característica	Imunidade Inata	Imunidade Adaptativa
Tempo de resposta	Rápida (minutos a horas)	Lenta (dias)
Especificidade	Baixa (reconhecimento genérico)	Alta (reconhecimento específico de antígenos)
Memória imunológica	Ausente	Presente
Principais células	Neutrófilos, macrófagos, NK	Linfócitos T e B
Papel na vacinação	Estímulo inicial	Geração de memória e proteção duradoura

Fonte: Mari. (2025, February 27). *Conceito de Imunidade Inata e Adaptativa*. Biomedicina Online.

Tabela 2 – Mecanismos Imunológicos por Tipo de Patógeno e Impacto na Saúde Humana

Tipo de Patógeno	Imunidade Inata	Imunidade Adaptativa	Exemplo de Zoonose Humana
Vírus	Interferons tipo I, células NK	Linfócitos T CD8+, anticorpos neutralizantes	Raiva, Influenza aviária
Bactérias	Fagocitose, complemento, inflamação local	Anticorpos opsonizantes, memória imunológica	Brucelose, Leptospirose
Fungos	Barreiras epiteliais, neutrófilos, IL-17	Linfócitos Th17, IL-22	Candidíase, Aspergilose
Parasitas	Eosinófilos, mastócitos, barreiras físicas	Linfócitos Th1/Th2, produção de IgE	Leishmaniose, Toxoplasmose

Fonte: BRASIL. Ministério da Saúde. *Manual de vigilância, prevenção e controle de zoonoses*. Brasília: MS, 2021. Disponível em: https://bvsm.sau.de.gov.br/bvs/publicacoes/manual_vigilancia_prevencao_controle_zoonoses.pdf. Acesso em: 18 ago. 2025.

Tabela 3 – Citocinas-Chave na Resposta Imune e Proteção Humana

Citocina	Função Principal	Tipo de Infecção Associada
IFN- γ	Ativação de macrófagos, resposta Th1	Protozoários intracelulares
IL-17	Recrutamento de neutrófilos, resposta antifúngica	Infecções fúngicas
IL-4	Estímulo à produção de IgE, resposta Th2	Infecções por helmintos
TNF- α	Inflamação, ativação de células fagocíticas	Bacterianas e virais
IL-10	Regulação negativa da resposta inflamatória	Todas (imunomodulação)

Fonte: BRASIL. Ministério da Saúde. *Manual de vigilância, prevenção e controle de zoonoses*. Brasília: MS, 2021. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_vigilancia_prevencao_controle_zoonoses.pdf. Acesso em: 18 ago. 2025.

4 CONCLUSÃO

A análise dos mecanismos imunológicos frente às infecções virais, bacterianas, fúngicas e parasitárias revela não apenas a complexidade das respostas biológicas envolvidas, mas também a profunda interconexão entre os sistemas de defesa animal e humano. A imunidade inata e adaptativa atua de forma coordenada para garantir a proteção contra uma ampla gama de patógenos, sendo que a eficácia dessas respostas depende de fatores como espécie, ambiente, estado nutricional, genética e presença de comorbidades.

No contexto da medicina veterinária, compreender esses mecanismos é essencial para o diagnóstico precoce, o tratamento eficaz e a prevenção de doenças infecciosas que afetam diretamente a saúde dos animais. No entanto, o impacto da imunologia veterinária vai além do bem-estar animal: ela é um componente estratégico da saúde pública, especialmente diante do crescente número de zoonoses emergentes e reemergentes. Doenças como raiva, leptospirose, toxoplasmose, leishmaniose e brucelose são exemplos claros de como a falha na vigilância imunológica animal pode resultar em surtos humanos com consequências graves.

A abordagem integrada proposta pelo conceito de Saúde Única (One Health) reforça a necessidade de colaboração entre médicos, veterinários, biólogos, sanitaristas e gestores públicos. A imunidade, nesse contexto, torna-se uma ferramenta de interseção entre disciplinas, capaz de promover ações coordenadas de prevenção, controle e educação sanitária. Como destaca Tizard (2021), “a imunologia veterinária é uma ponte entre o conhecimento científico e a proteção coletiva, especialmente em cenários de alta interação entre humanos e animais”.

Portanto, investir em educação imunológica, pesquisa interdisciplinar e políticas integradas é indispensável para enfrentar os desafios sanitários contemporâneos. A imunidade não é apenas uma resposta biológica: é um elo vital entre espécies, ecossistemas e sociedades. Ao reconhecer a importância da imunologia veterinária como parte fundamental da saúde global, damos um passo decisivo rumo à construção de um futuro mais resiliente, sustentável e saudável para todos humanos e animais.

REFERENCIAS

ABBAS, Abul K.; LICHTMAN, Andrew H. *Imunologia celular e molecular*. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

BROWN, Gordon D. et al. Hidden killers: human fungal infections. *Science Translational Medicine*, Washington, v. 4, n. 165, p. 165rv13, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3004404>.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Manual de vigilância, prevenção e controle de zoonoses*. Brasília: MS, 2021. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_vigilancia_prevencao_controle_zoonoses.pdf. Acesso em: 18 ago. 2025.

MAIZELS, Rick M.; YAZDANBAKHSI, Maria. Immune regulation by helminth parasites: cellular and molecular mechanisms. *Nature Reviews Immunology*, London, v. 3, n. 9, p. 733–744, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1038/nri1183>.

MARI. Conceito de imunidade inata e adaptativa. *Biomedicina Online*, 27 fev. 2025. Disponível em: <https://www.biomedicinaonline.com/conceito-imunidade-inata-adaptativa>. Acesso em: 18 ago. 2025.

MURPHY, Kenneth; WEAVER, Casey. *Janeway imunobiologia*. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

ONE HEALTH COMMISSION. *What is One Health?* 2023. Disponível em: https://www.onehealthcommission.org/en/why_one_health/what_is_one_health/. Acesso em: 18 ago. 2025.

TIZARD, Ian R. *Veterinary immunology: an introduction*. 10. ed. St. Louis: Elsevier, 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Zoonoses*. 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/zoonoses>. Acesso em: 18 ago. 2025