Imunologia & Doenças Infecciosas e Parasitárias

EDIÇÃO XII

Capítulo 51

INTERAÇÃO ENTRE MICROBIOTA INTESTINAL, PARASITAS E RESPOSTA IMUNE: RESISTÊNCIA E IMUNOMODULAÇÃO







BEATRIZ RODRIGUES BEZERRA[1]
MÉRCYA LOPES BRAGA[2]
BRUNA DA SILVA SOUZA[3]
GABRIELLA PACHECO[4]
LOREDANA NILKENES GOMES DA COSTA[4]
LUANA KAREN LOPES BRAGA[5]
JUELINA OLIVEIRA DOS SANTOS[6]
DAVI DUARTE ARAÚJO BRANDÃO[7]
AIRTON LUCAS SOUSA DOS SANTOS[6]
DAIANE DE SOUSA ALMEIDA[8]

1. Discente - Bacharelado em Biomedicina da Universidade Federal do Delta do Parnaíba - UFDPar.
2. Discente - Mestrado em Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Delta do Parnaíba - UFDPar.
3. Docente - Curso de Medicina da Faculdade Via *Sapiens*.
4. Docente - Curso de Biomedicina da Universidade Federal do Delta do Parnaíba - UFDPar.
5. Discente - Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Delta do Parnaíba - UFDPar.
6. Discente - Doutorado em Biotecnologia da Universidade Federal do Delta do Parnaíba - UFDPar.
7. Discente - Bacharelado em Turismo da Universidade Federal do Delta do Parnaíba - UFDPar.
8. Licenciada em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Delta do Parnaíba - UFDPar.

Palavras-chave: *Parasitos; Microbioma Gastrointestinal; Sistema Imunitário.*

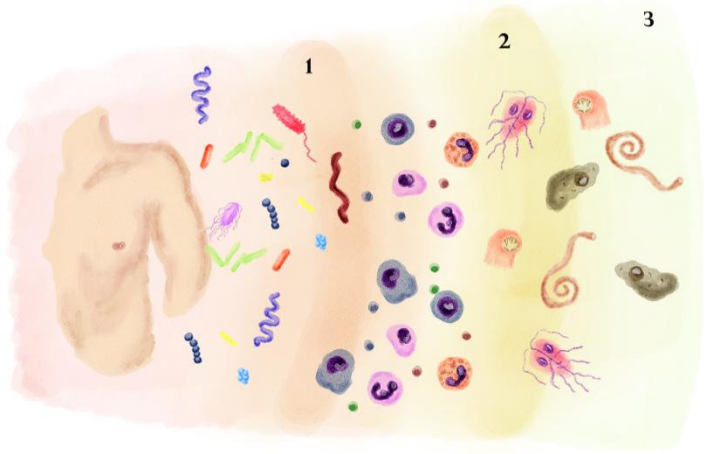
DOI 10.59290/9830217943

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

A microbiota intestinal é composta por microrganismos, como bactérias, vírus e fungos, que interagem com o hospedeiro. Entre suas funções benéficas, destaca-se sua participação no desenvolvimento e na regulação do sistema imunológico (ULUSAN BAGCI; CANER, 2022). Essa interação participa da regulação da resposta imunológica e contribui para a manutenção da homeostase, a qual depende do equilíbrio entre esses componentes (LI *et al*., 2023). Contudo, na presença de parasitas, essa dinâmica pode se tornar mais complexa, uma vez que envolve diferentes fatores relacionados ao hospedeiro, ao ambiente e à própria infecção, não havendo um padrão geral de resposta imune nas enteroparasitoses (NAVEED; ABDULLAH, 2021) (**Figura 51.1**).

Figura 51.1 Representação esquemática da relação microbiota intestinal, parasitas e sistema imune



Legenda: 1: Representação gráfica da diversidade da microbiota intestinal humana; 2: Organização da resposta imune intestinal contra patógenos parasitários; 3: Invasão do intestino por parasitas.

As enteroparasitoses são ocasionadas por protozoários e helmintos que apresentam ampla ocorrência, principalmente em regiões subtropicais e tropicais, acometendo cerca de 3,5 bilhões de pessoas e manifestando-se de formas variadas, uma vez que as características individuais influenciam a resposta imunológica (GRONDIN *et al*., 2024). Essa dinâmica influencia a resposta do hospedeiro a cada agente parasitário, podendo resultar em diferentes manifestações clínicas, como cólicas, obstruções intestinais e erupções cutâneas, ou favorecer a resolução da infecção (PIAZZESI; PUTIGNANI, 2023; AHMED, 2023). Considerando esses quadros, a resposta envolve a atuação integrada da imunidade inata e da adaptativa, que atuam de forma conjunta no combate ao agressor, podendo apresentar especificidades dependendo do grupo observado (IANIRO *et al*., 2022).

A imunidade inata constitui a primeira linha de defesa do hospedeiro contra parasitas e envolve mecanismos celulares e moleculares de reconhecimento e resposta à infecção (DIBO *et al*., 2022). Nesse contexto, a microbiota intestinal pode interagir com os parasitas de forma direta ou indireta (LEUNG *et al.*, 2018). De forma direta, essa relação envolve a competição por nutrientes entre os parasitas e a microbiota residente, a produção de substâncias que podem variar conforme a parasitose e a modificação das condições ambientais (AL-RASHIDI; EL-WAKIL, 2024). Já indiretamente, ela ocorre

por meio da modulação da resposta imune, do reforço da barreira epitelial e do aumento da produção de muco, processos que envolvem células, mucinas, citocinas e quimiocinas relacionadas à comunicação celular, à resposta inflamatória, à regulação imunológica e ao recrutamento de células envolvidas na defesa (SIDI OMAR *et al*., 2026) .

Em relação à resposta imune adaptativa, a microbiota intestinal contribui para a ativação e a regulação dos linfócitos T, orientando sua diferenciação em subpopulações como Th1, Th2, Th17 e células T reguladoras (Tregs) (MYHILL; WILLIAMS, 2023). Essa modulação favorece o desenvolvimento de diferentes padrões de resposta imunológica diante dos parasitas, uma vez que essas subpopulações estão relacionadas ao controle de infecções específicas, à defesa contra helmintos, e à regulação da inflamação (VARYANI *et al.*, 2017). Dessa forma, a interação entre a microbiota intestinal e os linfócitos T atua tanto no direcionamento das respostas de combate aos agentes parasitários quanto na modulação da resposta imunológica, auxiliando na limitação da inflamação excessiva e na proteção dos tecidos contra danos decorrentes dessa resposta (GAUSE; MAIZELS, 2016).

Diante da complexidade dessas interações e da lacuna identificada na literatura, é necessário investigar como a microbiota intestinal se relaciona com os parasitas e a resposta imune, considerando as particularidades de protozoários e helmintos. Essa investigação pode ampliar a compreensão dos mecanismos envolvidos na progressão e na resolução das infecções, além de orientar estudos futuros sobre essa relação.

MÉTODO

O presente estudo compreende uma revisão integrativa de literatura nas bases de dados PubMed, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e ScienceDirect, na qual consiste na sintetização e análise crítica de estudos de variação com abordagens metodológicas, a fim de elucidar a temática explorada.

A pesquisa foi realizada entre o período de agosto de 2026 e setembro de 2026, conduzida através do uso de descritores “Parasitos”, “Microbioma Gastrointestinal” e “Imunomodulação” no idioma português e “*Parasitic Enteropathies*”, “*Gut microbiome*” e “*Immunomodulation*” em inglês juntamente com os operadores booleanos *AND* e *OR*. Mediante as bases de dados selecionadas, as estratégias de busca foram adaptadas conforme as especificidades de cada plataforma. Foram utilizados termos do vocabulário controlado MeSH na PubMed e DeCS na SciELO. Na *ScienceDirec*t, foram empregados termos livres, definidos a partir dos descritores e seus respectivos termos equivalentes, combinados por meio de operadores booleanos.

Os critérios de inclusão adotados foram artigos de revisão, estudos transversais e estudos clínicos publicados entre 2016 e 2026, nos idiomas português e inglês, disponíveis gratuitamente e na íntegra, e que abordassem a temática proposta. Não foram incluídos no *corpus* da pesquisa teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso, estudos duplicados, incompletos ou de acesso restrito, bem como editoriais, cartas ao editor, estudos com metodologia pouco clara ou inadequada, publicações sem dados relevantes para os objetivos do estudo e trabalhos cujo texto completo não permitisse a extração das informações necessárias para a análise.

O controle da qualidade metodológica dos estudos ocorreu inicialmente por meio da análise dos títulos e resumos, seguida da leitura na

íntegra das publicações que atenderam aos critérios previamente definidos, utilizando o instrumento de avaliação crítica do *Critical Appraisal Skills Programme* (CASP). O processo de seleção dos estudos foi apresentado em um fluxograma, sintetizando as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão. As informações analisadas contemplaram as interações entre microbiota, sistema imune e parasitas, bem como os benefícios e possíveis efeitos adversos dessas interações e as comparações entre os diferentes grupos avaliados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No conjunto dos estudos selecionados, foram encontrados 41 trabalhos nas bases de dados PubMed, SciELO e *ScienceDirect*. Destes, 11 foram excluídos por metologia pouco clara e 12 por não atenderem aos demais critérios de elegibilidade, permanecendo 19 estudos para análise. De modo geral, os trabalhos abordaram a relação entre sistema imune, microbiota e parasitos intestinais, com maior enfoque, nos helmintos e em suas associações com bactérias (**Quadro 51.1**).

Entre os estudos analisados, alguns abordaram de forma mais ampla as interações entre a microbiota intestinal, os parasitos e o hospedeiro, incluindo aspectos da resposta imune e das alterações na composição microbiana durante a infecção. Grodin *et al*. (2024) demonstraram uma relação bidirecional entre esses componentes, destacando a atuação de *Clostridium tyrobutyricum* na modulação da produção de muco por células caliciformes e na redução da parasitemia por *Trichinella spiralis*, com implicações na severidade da infecção parasitária. Em concordância, Ngwese *et al*. (2025), em estudo experimental realizado por meio de PCR, observaram que a dinâmica da prevalência de parasitos intestinais e da microbiota diverge de acordo com a região, os hábitos sociais e a idade, correspondendo a diferenças na relação com o microbioma.

Quando direcionada aos helmintos, essa interação evidencia mecanismos mais específicos de atuação bacteriana. Khazaei *et al*. (2025) elucidaram que as bactérias Gram-positivas apresentam diferentes vias antiparasitárias, como *Streptococcus pyogenes*, que atua indiretamente na viabilidade de *Caenorhabditis elegans* pela produção de peróxido de hidrogênio. Já *Staphylococcus aureus* atua como um "cavalo de Troia", destruindo o parasita após a ingestão. Os autores também relataram que, na deficiência de ferro, a resposta imune perde o equilíbrio entre os perfis Th1 e Th2, com predominância da atuação de Th2, culminando no estabelecimento da infecção e influenciando diretamente a sobrevivência de determinadas bactérias que utilizam o mineral.

A influência dos parasitas sobre a resposta do hospedeiro varia conforme as características de ambos. Segundo Shimokawa (2025), essa interação deve ser analisada em seu contexto específico. Em modelos de diabetes mellitus tipo 1 (DM1), a presença do helminto *Heligmosomoides polygyrus* foi associada à inibição do início da doença. Esse efeito envolve o aumento da secreção de trealose, que favorece o crescimento de bactérias comensais, como *Ruminococcus gnavus*, e a diferenciação de células T reguladoras. No caso da esclerose múltipla (EM), a presença de helmintos foi associada à menor exacerbação das manifestações da doença.

Wang *et al*. (2023) também observaram, em um estudo experimental, a relação entre microbiota intestinal e resposta imune durante a infecção por *Echinococcus multilocularis*. Os autores relataram um aumento da população de *Lactobacillus reuteri*, associado à maior fre-

quência de células T reguladoras (Tregs), sugerindo a participação dessa bactéria na modulação da resposta imune das mucosas. De forma semelhante, Li *et al*. (2023) apontam que a atuação de parasitas helmínticos, como *T. spiralis*, pode acarretar o aumento de bactérias produtoras de metabólitos inflamatórios, como as Proteobactérias e *Ruminococcus*, acompanhado da diminuição da resposta Th2. Além disso, em experimento controlado, os autores observaram que a reposição da microbiota promove a diminuição da parasitemia, ressaltando, assim, o caráter bidirecional dessa relação.

Outro aspecto identificado nos estudos foi a utilização das bactérias como possíveis aliadas no combate às infecções parasitárias. Rooney *et al*. (2023) discutiram sua importância inicialmente no contexto da produção de uma vacina. Por meio de modificações genéticas, essas bactérias poderiam atuar como um escudo físico com antígenos específicos, contribuindo para a modulação do sistema imune. Nesse contexto, citocinas do perfil pró-inflamatório, como IFN-γ, IL-4 e IL-17, reduziriam a carga parasitária e auxiliariam na expulsão de vermes encistados nos tecidos. Em uma perspectiva distinta embora Lee *et al*. (2019) não tenham investigado diretamente a resposta à vacinação, seus resultados indicam que a infecção helmíntica pode modificar o ambiente imunológico e metabólico do hospedeiro. Dessa forma, as respostas induzidas pela vacinação poderiam ser moduladas, ocasionando a diminuição da eficácia.

As respostas observadas, entretanto, não se restringem ao aumento ou à atuação das bactérias, uma vez que determinadas infecções podem provocar alterações distintas nessa dinâmica. Afrin *et al*. (2019) observaram, em infecções por *Strongyloides venezuelensis*, que a interação entre bactérias e sistema imune difere do que é frequentemente relatado. Nesse contexto, a produção de muco é interrompida, as bactérias apresentam uma diminuição transitória e as respostas imunes Th1 e Th2 deixam de estar em equilíbrio, favorecendo o perfil anti-inflamatório. Os autores esclarecem, contudo, que, por se tratar de observações conduzidas experimentalmente em ambiente controlado, essa relação se torna específica para cada caso, principalmente em função das características do hospedeiro e do parasita.

Quanto à distinção entre os grupos parasitários, Al-Rashidi e El-Wakil (2024) apontaram que os helmintos apresentam uma atuação dual no hospedeiro, uma vez que, em casos específicos, podem induzir um perfil anti-inflamatório e auxiliar na produção de muco, beneficiando parcialmente o quadro clínico. Já os protozoários também podem estar associados à produção de muco, porém essa condição pode favorecer o crescimento de patobiontes, como no caso da interação de *Entamoeba histolytica* com *Escherichia coli* e *Shigella dysenteriae*, que potencializa a virulência do protozoário.

Em relação aos helmintos, Hu *et al*. (2025) também descrevem um papel dual, relacionado tanto ao favorecimento da sobrevivência de *Vibrio cholerae* por *Ascaris lumbricoides* quanto à inibição de bactérias patogênicas pelo processo de imunomodulação. Kasal *et al*. (2024), por sua vez, apresentam a relação de "proteção" dos helmintos frente a doenças autoimunes, como a DM1, além de evidenciarem a atuação da microbiota na propagação do parasitismo, exemplificada pela participação de *Escherichia coli* na eclosão de ovos de *Trichuris muris*. Dessa maneira, os achados demonstram que a interação entre microbiota, parasitos e hospedeiro apresenta diferentes formas de atuação, variando conforme o grupo parasitário e as características envolvidas.

Ulusan Bagci e Caner (2022) descrevem, em seu estudo, que, no contexto dos protozoá-

rios, ainda não há muitas pesquisas que detalhem a relação e as vias específicas de ação entre a microbiota e o sistema imune no combate às infecções. Entretanto, os autores relatam exemplos, como o de *Entamoeba* spp., nos quais a interrupção da infecção pode estar relacionada à presença do eixo de citocinas IL-23 e IL-17, bem como ao recrutamento de neutrófilos. Outro exemplo de suma importância é o de *Cryptosporidium* spp., em que as vias relacionadas envolvem a produção de indol por meio de bactérias da microbiota, resultando na manutenção da integridade do epitélio e na modulação de perfis anti-inflamatórios. Já em estudos desenvolvidos de maneira mais específica, como os de Berry *et al*. (2020) e Deng *et al*. (2022), os protozoários *Giardia* spp. e *Blastocystis* ST4 podem induzir alterações na microbiota, promovendo uma remodelação de sua composição. Entretanto, quanto à resposta de combate, ainda não se sabe ao certo como esses mecanismos ocorrem, deixando questões a serem elucidadas.

Singer *et al.* (2020) e Maertens *et al*. (2021) descrevem mecanismos diretos e indiretos pelos quais a microbiota pode influenciar a resposta à infecção parasitária. Entre eles, estão a modulação de vias relacionadas às células Th17 e ILC3, à produção de IL-17 e à indução de anticorpos IgA. Singer *et al*. (2020) também destacam a ação da hidrolase de sais biliares (BSH), produzida por bactérias como *Lactobacillus*, que modifica os sais biliares e pode contribuir para limitar o parasita. Por sua vez, Allain *et al.* (2021) observaram que a infecção por *Giardia*, associada a uma dieta rica em gorduras, pode favorecer a disbiose e a inflamação intestinal. Nesse contexto, a ativação de NF-κB, o aumento de TNF-α e IL-6 e o recrutamento de células inflamatórias podem contribuir para o agravamento da infecção.

CONCLUSÃO

Embora as enteroparasitoses sejam abordadas em diversos estudos, ainda são limitadas as pesquisas que examinam de forma integrada as interações entre microbiota intestinal, enteroparasitas e sistema imune. Essa lacuna dificulta a compreensão dos mecanismos envolvidos nas infecções por protozoários e helmintos e de suas possíveis implicações terapêuticas.

Nesse contexto, a principal limitação do presente trabalho foi a disponibilidade de informações aprofundadas sobre essas interações. São necessárias novas investigações que considerem as particularidades dos diferentes grupos parasitários e esclareçam como a microbiota e a resposta imune influenciam o curso da infecção.

Quadro 51.1 Síntese dos estudos incluídos na revisão

Referência	Estudo	Parasitas	Microbiota/Sistema imune
Lee *et al*. (2019)	Vinculando os efeitos da infecção por helminto, dieta e microbiota intestinal com assinaturas sanguíneas humanas	*Trichuris trichiura*	A infecção por helmintos esteve associada a alterações na composição da microbiota intestinal e nos perfis transcricionais sanguíneos. A intensidade de *Trichuris trichiura* apresentou forte associação com esses perfis, evidenciando uma interação entre helmintos, microbiota e regulação da resposta imune.
Afrin *et al*. (2019)	Alterações sequenciais na microbiota intestinal do hospedeiro durante a infecção pelo nematoide parasita intestinal *Strongyloides venezuelensis*	*Strongyloides venezuelensis*	O processo de infecção por *S. venezuelensis* alterou progressivamente a microbiota intestinal em paralelo à resposta imune do hospedeiro. Após a eliminação do parasita, a microbiota retornou ao estado pré-infecção, indicando uma interação dinâmica entre parasita, microbiota e imunidade.
Berry *et al*. (2020)	A infecção natural por *Giardia* está associada à alteração da estrutura comunitária do microbioma intestinal humano e canino	*Giardia* spp.	A presença de *Giardia* foi acompanhada por uma remodelação da microbiota intestinal, caracterizada pelo aumento de *Prevotella* e pela redução de *Gammaproteobacteria*. Essas alterações podem interferir na interação entre parasita, microbiota e sistema imune, contribuindo para diferentes manifestações clínicas da infecção.
Ngwese *et al*. (2025)	A infecção por parasitas intestinais correlaciona-se com a diversidade do microbioma intestinal em populações humanas na África	*Ascaris lumbricoides, Strongyloides stercoralis, Trichuris trichiura e Necator americanus*	A infecção por helmintos foi relacionada à diversidade e à composição da microbiota intestinal. Os achados reforçam a interação entre parasitas, microbiota e hospedeiro, embora o estudo não estabeleça causalidade nem avalie diretamente a resposta imune.
Shimokawa (2025)	O eixo microbioma intestinal-helminto-imune em doenças autoimunes	Helmintos intestinais	Os helmintos podem modificar a composição da microbiota intestinal, enquanto alterações da microbiota podem influenciar a regulação das respostas imunes. Essa interação é discutida especialmente no contexto das doenças autoimunes, nas quais os helmintos podem favorecer mecanismos imunorregulatórios.
Grondin *et al*. (2024)	Interação entre parasitas intestinais e microbiota intestinal: implicações para a resposta imune intestinal e defesa do hospedeiro	Helmintos e protozoários intestinais	A interação entre parasitas e microbiota pode modificar a composição microbiana e influenciar a resposta imune intestinal, afetando a defesa do hospedeiro e a relação entre parasita e organismo hospedeiro.
Hu *et al*. (2025)	Diálogos entre reinos no intestino: Integrando patógenos bacterianos, helmintos e interações microbiotas para a homeostase imunológica	Helmintos intestinais	Os helmintos podem modular a microbiota e induzir respostas do tipo Th2, favorecendo a integridade da barreira intestinal e alterando a composição microbiana. Essas mudanças podem influenciar a colonização por bactérias patogênicas e contribuir para a manutenção da homeostase.
Singer *et al*. (2020)	O que está te incomodando? Uma atualização sobre a *Giardia*, o	*Giardia intestinalis*	A microbiota participa da resposta à infecção por *Giardia* por meio de seus componentes e metabólitos, que podem interferir na sobrevivência

	microbioma e as respostas imunológicas		e no desenvolvimento do parasita. Em contrapartida, o protozoário pode modular as respostas imunes inatas do hospedeiro e modificar o ambiente intestinal, estabelecendo uma interação bidirecional.
Kasal *et al*. (2024)	Modulação imune sistêmica por nematoides gastrointestinais	Nematódeos	Nematódeos gastrointestinais e microbiota influenciam conjuntamente a resposta imune do hospedeiro. As alterações provocadas pela presença dos parasitas podem modificar a composição e as funções da microbiota, enquanto os microrganismos intestinais e seus produtos metabólicos podem interferir na resposta imune do tipo 2, favorecendo ou dificultando o estabelecimento e a persistência da infecção.
Deng *et al*. (2022)	A colonização experimental com Blastocystis ST4 está associada a respostas imunes protetoras e à modulação do microbioma intestinal em um modelo de camundongo com colite induzida pelo DSS	*Blastocystis* ST4	A colonização por *Blastocystis* ST4 promoveu mudanças na microbiota intestinal acompanhadas por respostas imunes protetoras, incluindo aumento de respostas Th2 e Treg. Essas alterações estiveram relacionadas à redução da inflamação intestinal e à melhora da colite experimental.
Allain *et al*. (2021)	A dieta rica em gordura aumenta a gravidade da infecção por *Giardia* em associação com inflamação de baixo grau e disbiose da microbiota intestinal	*Giardia* spp.	Dieta rica em gordura intensificou a disbiose da microbiota durante a infecção por *Giardia*, com alterações na diversidade e na composição bacteriana. Esse desequilíbrio foi acompanhado por aumento de citocinas pró-inflamatórias, como TNF-α e IL-6, associando as alterações da microbiota à resposta inflamatória do hospedeiro e à maior gravidade da infecção.
Wang *et al*. (2023)	A interação entre helmintos que habitam os tecidos e a microbiota intestinal impulsiona a imunorregulação mucosa	*Echinococcus multilocularis*	A presença de *E. multilocularis* modifica a microbiota intestinal, favorecendo alterações bacterianas associadas à produção de metabólitos qcinue contribuem para a imunorregulação da mucosa. Essas mudanças ajudam a direcionar a resposta imune para um perfil mais regulatório.
Li *et al*. (2023)	A microbiota intestinal contribui para as mudanças na resposta imune do hospedeiro induzidas pela *Trichinella spiralis*	*Trichinella spiralis*	A presença do parasita *T. spiralis* reduziu a diversidade da microbiota intestinal e alterou sua composição. A perturbação da microbiota reduziu células CD4+, IL-4 e IL-13, enfraquecendo a resposta Th2 e dificultando a eliminação do parasita. A restauração da microbiota por transplante fecal reduziu a carga parasitária, evidenciando seu no controle da infecção.
Ulusan Bagci; Caner (2022)	A interação da microbiota intestinal com protozoários parasitas	*Giardia, Cryptosporidium, Trichomonas e Entamoeba* spp.	Os componentes da microbiota intestinal podem favorecer ou limitar o estabelecimento de protozoários, enquanto a presença desses parasitas também modifica o equilíbrio microbiano. Essa comunicação influencia a barreira intestinal e a resposta imune do hospedeiro, podendo determinar diferentes desfechos da infecção.

Al-Rashidi; El-Wakil (2024)	Parasitas e microbiota: interações duplas e perspectivas terapêuticas	Helmintos e protozoários	A microbiota pode influenciar a sobrevivência e a patogenicidade dos parasitas, enquanto as infecções parasitárias podem alterar a composição microbiana e, consequentemente, a resposta imune e o desfecho da infecção.
Maertens *et al*. (2021)	Papel regulatório da microbiota intestinal na resposta imune contra a Giardia	*Giardia muris e Giardia duodenalis*	A depleção da microbiota aumentou a carga parasitária e prolongou a infecção por *G. muris* e *G. duodenalis*, apesar da manutenção da indução de IL-17A. A redução da microbiota também comprometeu mecanismos efetores, como IgA, defensinas e motilidade intestinal.
Rooney *et al*. (2023)	Vermes e bactérias gastrointestinais: da associação à intervenção	Helmintos	Helmintos podem alterar a composição e a função da microbiota, enquanto bactérias intestinais e seus metabólitos podem modular a resposta imune e a barreira intestinal. Essas interações podem influenciar o estabelecimento ou a eliminação do parasita.
Khazaei *et al*. (2025)	Cooperação ou conflito comportamental entre os bús-lardes intestinais humanos e microbiomas: uma perspectiva de bioatividade	Nematódeos	As bactérias intestinais participam da manutenção da barreira e da regulação da imunidade inata, podendo favorecer ou dificultar o estabelecimento dos nematódeos. Em contrapartida, os helmintos podem modular a resposta imune do hospedeiro, incluindo o equilíbrio entre respostas Th1 e Th2, estabelecendo uma interação que influencia a persistência e o controle da infecção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFRIN, T. *et al.* Sequential changes in the host gut microbiota during infection with the intestinal parasitic nematode Strongyloides venezuelensis. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, v. 9, 2019. doi: 10.3389/fcimb.2019.00217.

AHMED, M. Intestinal parasitic infections in 2023. Gastroenterology Research, v. 16, p. 127, 2023. doi: 10.14740/gr1622.

ALLAIN, T. *et al.* High-fat diet increases the severity of Giardia infection in association with low-grade inflammation and gut microbiota dysbiosis. Scientific Reports, v. 11, 2021. doi: 10.1038/s41598-021-98262-8.

AL-RASHIDI, H.S.; EL-WAKIL, E.S. Parasites and microbiota: dual interactions and therapeutic perspectives. Microorganisms, v. 12, p. 2076, 2024. doi: 10.3390/microorganisms12102076.

BERRY, A.S.F. *et al.* Natural infection with Giardia is associated with altered community structure of the human and canine gut microbiome. mSphere, v. 5, 2020. doi: 10.1128/mSphere.00670-20.

DENG, L. *et al.* Experimental colonization with Blastocystis ST4 is associated with protective immune responses and modulation of gut microbiome in a DSS-induced colitis mouse model. Cellular and Molecular Life Sciences, v. 79, p. 245, 2022. doi: 10.1007/s00018-022-04271-9.

DIBO, N. *et al.* Pattern recognition receptor signaling and innate immune responses to schistosome infection. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, v. 12, 2022. doi: 10.3389/fcimb.2022.1040270.

GAUSE, W.C.; MAIZELS, R.M. Macrobiota: helminths as active participants and partners of the microbiota in host intestinal homeostasis. Current Opinion in Microbiology, v. 32, p. 14, 2016. doi: 10.1016/j.mib.2016.04.004.

GRONDIN, J.A. *et al.* Interaction between intestinal parasites and the gut microbiota: implications for the intestinal immune response and host defence. Pathogens, v. 13, p. 608, 2024. doi: 10.3390/pathogens13080608.

HU, S. *et al.* Cross-kingdom dialogs in the gut: integrating bacterial pathogens, helminths, and microbiota interactions for immune homeostasis. PLOS Pathogens, v. 21, e1013494, 2025. doi: 10.1371/journal.ppat.1013494.

IANIRO, G. *et al.* How the gut parasitome affects human health. Therapeutic Advances in Gastroenterology, v. 15, 2022. doi: 10.1177/17562848221091524.

KASAL, D.N. *et al.* Systemic immune modulation by gastrointestinal nematodes. Annual Review of Immunology, v. 42, p. 259, 2024. doi: 10.1146/annurev-immunol-090222-101331.

KHAZAEI, M. *et al.* Behavioral cooperation or conflict of human intestinal roundworms and microbiomes: a bio-activity perspective. Cells, v. 14, p. 556, 2025. doi: 10.3390/cells14070556.

LEE, S.C. *et al.* Linking the effects of helminth infection, diet and the gut microbiota with human whole-blood signatures. PLOS Pathogens, v. 15, e1008066, 2019. doi: 10.1371/journal.ppat.1008066.

LEUNG, J.M. *et al*. Parasite-microbiota interactions with the vertebrate gut: synthesis through an ecological lens. Frontiers in Microbiology, v. 9, 2018. doi: 10.3389/fmicb.2018.00843.

LI, C. *et al.* The gut microbiota contributes to changes in the host immune response induced by Trichinella spiralis. PLOS Neglected Tropical Diseases, v. 17, e0011479, 2023. doi: 10.1371/journal.pntd.0011479.

MAERTENS, B. *et al.* Regulatory role of the intestinal microbiota in the immune response against Giardia. Scientific Reports, v. 11, 2021. doi: 10.1038/s41598-021-90261-z.

MYHILL, L.J.; WILLIAMS, A.R. Diet-microbiota crosstalk and immunity to helminth infection. Parasite Immunology, v. 45, 2023. doi: 10.1111/pim.12965.

NAVEED, A.; ABDULLAH, S. Impact of parasitic infection on human gut ecology and immune regulations. Translational Medicine Communications, v. 6, p. 11, 2021. doi: 10.1186/s41231-021-00091-4.

NGWESE, M.M. *et al.* Infection with gut parasites correlates with gut microbiome diversity across human populations in Africa. Gut Microbes, v. 17, 2025. doi: 10.1080/19490976.2025.2587966.

PIAZZESI, A.; PUTIGNANI, L. Impact of helminth–microbiome interactions on childhood health and development: a clinical perspective. Parasite Immunology, v. 45, 2023. doi: 10.1111/pim.12949.

ROONEY, J. *et al.* Gastrointestinal worms and bacteria: from association to intervention. Parasite Immunology, v. 45, n. 4, 2023. doi: 10.1111/pim.12955.

SHIMOKAWA, C. The gut microbiome–helminth–immune axis in autoimmune diseases. Parasitology International, v. 104, 2025. doi: 10.1016/j.parint.2024.102985.

SIDI OMAR, S.F.N. *et al.* The dual role of intestinal parasites in shaping human gut microbiota: distinguishing helminthic and protozoan dynamics. Gut Pathogens, v. 18, p. 28, 2026. doi: 10.1186/s13099-026-00815-7.

SINGER, S.M. *et al.* What's eating you?: an update on Giardia, the microbiome and the immune response. Current Opinion in Microbiology, v. 58, p. 87, 2020. doi: 10.1016/j.mib.2020.09.006.

ULUSAN BAGCI, O.; CANER, A. The interaction of gut microbiota with parasitic protozoa. Journal of Parasitic Diseases, v. 46, p. 8, 2022. doi: 10.1007/s12639-021-01443-5.

VARYANI, F. *et al*. Helminths in the gastrointestinal tract as modulators of immunity and pathology. American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology, v. 312, G537, 2017. doi: 10.1152/ajpgi.00024.2017.

WANG, Y. *et al.* Interaction between tissue-dwelling helminth and the gut microbiota drives mucosal immunoregulation. npj Biofilms and Microbiomes, v. 9, p. 43, 2023. doi: 10.1038/s41522-023-00410-7.