doi: 10.5123/S2176-6223202501814

A influência ambiental e a infecção pelo *Toxoplasma gondii* na Amazônia: contribuição do Instituto Evandro Chagas (Pará, Brasil)

Environmental influence and *Toxoplasma gondii* infection in the Amazon: contribution of the Evandro Chagas Institute (Pará, Brazil)

Ediclei Lima do Carmo[1], Rafaela dos Anjos Pinheiro Bogoevich Morais[1], Aristeu Vieira da Silva[2], Cléa Nazaré Carneiro Bichara[3], Marinete Marins Póvoa[4,5]

[1] *Instituto Evandro Chagas/SVSA/MS, Seção de Parasitologia, Laboratório de Toxoplasmose, Ananindeua, Pará, Brasil*
[2] *Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Feira de Santana, Bahia, Brasil*
[3] *Universidade do Estado do Pará, Departamento de Saúde Comunitária, Belém, Pará, Brasil*
[4] *Instituto Evandro Chagas/SVSA/MS, Seção de Parasitologia, Ananindeua, Pará, Brasil*
[5] *Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários, Belém, Pará, Brasil*

RESUMO

A toxoplasmose, infecção causada pelo protozoário *Toxoplasma gondii*, é geralmente assintomática ou manifesta sintomas inespecíficos; contudo, suas formas congênita, ocular e neurológica podem evoluir de modo grave em grupos específicos. Na Região Amazônica, a infecção é endêmica, com alta soroprevalência em populações humanas e de animais domésticos, tanto em áreas urbanas quanto rurais. Surtos de toxoplasmose aguda têm sido registrados em diferentes localidades nos últimos anos, refletindo condições geográficas, culturais e ambientais que favorecem o contato frequente com estágios infectantes do parasito e a manutenção da endemicidade. Este artigo constitui uma revisão narrativa baseada nos resultados obtidos pelo Laboratório de Toxoplasmose do Instituto Evandro Chagas ao longo de quase três décadas de investigação na Amazônia, com ênfase no estado do Pará. A análise desses dados permite compreender a influência de alterações ambientais e climáticas, incluindo desmatamento, mudanças no uso do solo e variações de temperatura e umidade, sobre a ecoepidemiologia da toxoplasmose na região. A intensa ação antrópica observada nas últimas décadas tem potencial para intensificar a transmissão do parasito e favorecer o surgimento de cepas mais virulentas de *T. gondii*. Nesse contexto, a integração de ações sob o conceito de "Uma Só Saúde" é fundamental para compreender a interface entre saúde humana, animal e ambiental. O fortalecimento da vigilância epidemiológica e a adoção de estratégias sustentáveis de prevenção e controle são essenciais para mitigar os impactos da toxoplasmose na Amazônia.

Palavras-chave: Infecção por *Toxoplasma gondii*; Epidemiologia; Impacto Ambiental; Amazônia; Vigilância em Saúde.

ABSTRACT

Toxoplasmosis, an infection caused by the protozoan *Toxoplasma gondii*, is generally asymptomatic or presents with nonspecific symptoms; however, its congenital, ocular, and neurological forms can evolve severely in specific groups. In the Amazon region, the infection is endemic, with high seroprevalence among human and domestic animal populations in both urban and rural areas. Outbreaks of acute toxoplasmosis have been reported in different localities in recent years, reflecting geographic, cultural, and environmental conditions that favor frequent contact with infective stages of the parasite and the persistence of endemicity. This article presents a narrative review based on data collected by the Toxoplasmosis Laboratory of the Evandro Chagas Institute over nearly three decades of research in the Amazon, with a particular emphasis on Pará State. The analysis of these findings highlights the influence of environmental and climatic changes, including deforestation, land-use modification, and variations in temperature and humidity, on the ecoepidemiology of toxoplasmosis in the region. The intense anthropogenic activity observed in recent decades has the potential to increase parasite transmission and promote the emergence of more virulent *T. gondii* strains. In this context, integrating actions under the "One Health" approach is crucial for understanding the interface between human, animal, and environmental health. Strengthening epidemiological surveillance and adopting sustainable prevention and control strategies are essential to mitigate the impacts of toxoplasmosis in the Amazon.

Keywords: *Toxoplasma gondii* Infection; Epidemiology; Environmental Impact; Amazon; Health Surveillance.

Correspondência / Correspondence:
Ediclei Lima do Carmo
Instituto Evandro Chagas, Seção de Parasitologia, Laboratório de Toxoplasmose
Rodovia BR-316 km 7, s/n. Bairro: Levilândia. CEP: 67030-000 – Ananindeua, Pará, Brasil – Tel.: +55 (91) 3214-2089
E-mail: edicleicarmo@iec.gov.br

INTRODUÇÃO

A toxoplasmose, infecção causada pelo protozoário *Toxoplasma gondii*, é uma das zoonoses mais frequentes no mundo, afetando aves e mamíferos domésticos (de produção e de companhia) e selvagens, além do homem. No ciclo biológico desse parasito, os felinos são os hospedeiros principais, sendo os únicos animais a excretarem oocistos nas fezes após a primoinfecção. Os demais hospedeiros, incluindo o homem, são intermediários por albergarem cistos do *T. gondii* em seus tecidos após a fase aguda da infecção[1].

Devido às características biológicas do seu agente etiológico, a toxoplasmose é uma doença de transmissão classicamente hídrica ou alimentar, envolvendo o consumo de água e de alimentos contaminados com oocistos esporulados ou de carne contendo cistos teciduais do parasito[2,3].

Estima-se que um terço da população humana mundial já tenha tido contato com o *T. gondii*. As taxas de soroprevalência variam consideravelmente, estando diretamente relacionadas a fatores ambientais, epidemiológicos e comportamentais das populações das diferentes áreas investigadas[4,5].

Na maioria dos casos, a infecção aguda pelo *T. gondii* em humanos é oligossintomática e autolimitada. Contudo, em decorrência da diversidade genética das cepas do parasito e de seus fatores de virulência, podem ocorrer casos graves, com desfecho clínico da infecção ocasionando retinocoroidite com perda progressiva da visão, encefalite fatal em indivíduos imunossuprimidos (ex.: pessoa vivendo com HIV/aids) e abortamento ou malformações congênitas em grávidas primoinfectadas[6,7,8].

Em animais, a toxoplasmose tende a ser assintomática, embora possa assumir elevada patogenicidade em espécies de produção, levando a perdas consideráveis em rebanhos, principalmente ovinos, devido à elevada frequência de casos de abortamento. Em determinadas espécies silvestres, como primatas neotropicais, a toxoplasmose tem potencial de alta letalidade, podendo levar à emergência de surtos com múltiplos óbitos, sobretudo quando mantidos em cativeiro[1,9,10].

Na Região Amazônica, apesar de os dados sobre a infecção por *T. gondii* ainda serem limitados, sabe-se que as condições ambientais e características epidemiológicas favorecem a manutenção do parasito, resultando em prevalências elevadas, frequentemente superiores a 60% em humanos e diferentes espécies animais[11,12,13]. Os registros de surtos de toxoplasmose aguda têm sido associados, entre outros fatores, ao consumo do suco de açaí, alimento de grande importância socioeconômica e amplamente consumido na região[14,15].

O clima quente e úmido da Amazônia favorece a esporulação, a dispersão e a persistência do potencial infectante dos oocistos no meio ambiente. A diversidade da fauna hospedeira e a presença de várias espécies de felídeos silvestres da região podem ter contribuído para a emergência de novas cepas de *T. gondii*, caracterizadas por perfil genético recombinante ou atípico. O ciclo selvagem do *T. gondii* ainda não foi completamente elucidado; porém, sabe-se que, na Amazônia, assim como em outras áreas de florestas tropicais, há registros de circulação de cepas que, devido ao seu perfil de virulência, podem ser responsáveis por casos graves da doença[16,17,18].

Nesse contexto, estudos sugerem que ocorra uma forma única da doença na região, caracterizada por quadros severos, inclusive em indivíduos imunocompetentes, e associada a cepas de elevada virulência, a qual vem sendo denominada "Toxoplasmose Amazônica"[19,20]. Essa particularidade tem sido atribuída, em parte, à ação do homem no meio ambiente amazônico, influenciando a diversidade genética do parasito e, consequentemente, sua epidemiologia e desfecho clínico da infecção. Nesse processo de antropização, é importante destacar a derrubada das florestas para a formação de pastagens, a abertura de estradas, os grandes projetos agrícolas, as atividades de garimpo e a expansão urbana desordenada, que aproximam progressivamente as interfaces entre os ambientes urbano, rural e florestal[21,22].

O objetivo desta revisão é sistematizar e interpretar os principais achados do IEC sobre a toxoplasmose no estado do Pará, Amazônia brasileira, com foco nos efeitos de fatores ambientais e climáticos sobre a ecoepidemiologia da infecção e na integração entre saúde humana, animal e ambiental, segundo o conceito de "Uma Só Saúde".

MÉTODOS

Trata-se de uma revisão narrativa baseada em artigos científicos (disponíveis nas bases de dados *SciELO* e *PubMed*), relatórios técnicos institucionais, teses, dissertações, registros laboratoriais e outros documentos produzidos pelo Laboratório de Toxoplasmose do Instituto Evandro Chagas (LABTOXO/IEC), no estado do Pará, entre 1997 e 2025.

A análise dos materiais enfocou a epidemiologia da toxoplasmose na Região Amazônica, a vigilância laboratorial, a caracterização de cepas isoladas de *T. gondii*, além de investigações de surtos e análises ambientais sob a abordagem de "Uma Só Saúde". Foram considerados dados produzidos exclusivamente pelo IEC, complementados por informações públicas disponíveis em fontes científicas pertinentes.

SÍNTESE DA CONTRIBUIÇÃO DO INSTITUTO EVANDRO CHAGAS

O LABTOXO/IEC atua, desde a década de 1990, em estudos sobre a infecção por *T. gondii* na Amazônia brasileira, desenvolvendo inquéritos soroepidemiológicos, investigações de surtos de toxoplasmose aguda e, mais recentemente, abordagens integradas de "Uma Só Saúde", com foco na correlação entre os impactos ambientais e a epidemiologia da doença.

Entre 1997 e o início dos anos 2000, estudos epidemiológicos realizados em diferentes grupos humanos da Região Metropolitana de Belém (RMB) demonstraram elevada soroprevalência da infecção, com índices superiores a 70%, e associaram a elevada transmissão à ingestão de carne de diferentes origens[23]. Esses achados revelam um cenário de intensa circulação do parasito em meio urbano e periurbano, refletindo condições sanitárias precárias e hábitos alimentares que favorecem a manutenção da endemicidade.

Uma década depois, novas investigações conduzidas pelo LABTOXO/IEC envolvendo humanos e animais domésticos (cães, gatos e aves) da RMB confirmaram essa elevada taxa de infecção e destacaram a importância da transmissão via ingestão de oocistos esporulados. Nesse contexto, galinhas e cães errantes ou semidomiciliados atuam como sentinelas da contaminação ambiental, uma vez que a elevada soroprevalência observada nesses grupos reflete diretamente o nível de contaminação do solo e das fontes hídricas por oocistos do parasito. Essa relação ecológica indica que humanos que coabitam com esses animais partilham as mesmas fontes de infecção, demonstrando a interdependência entre saúde humana, animal e ambiental[24].

No mesmo período, a elevada prevalência de infecção observada em bovídeos de corte, cuja carne e derivados abastecem a RMB, reforça o risco de transmissão da toxoplasmose por meio do consumo inadequado de carne bovina nessa área. Esses animais, geralmente criados em sistemas semiextensivos característicos da Amazônia, têm acesso direto a pastagens naturais e cursos d'água, além de áreas próximas à floresta, ambientes frequentemente contaminados por oocistos eliminados nas fezes de felinos domésticos e silvestres. Nessas condições, a ausência de barreiras físicas entre as áreas de criação e o ambiente natural favorece a ingestão acidental de oocistos esporulados presentes no solo, na vegetação ou na água, perpetuando o ciclo do *T. gondii* nos rebanhos. Além disso, a expansão da fronteira agropecuária e o desmatamento para conversão de áreas florestais em pastagens intensificam a sobreposição entre rebanhos bovinos e os *habitats* de felídeos silvestres, aumentando a probabilidade de circulação de cepas atípicas e potencialmente mais virulentas do parasito[24,25]. Esse cenário traduz, de forma concreta, como as pressões antrópicas sobre o ambiente influenciam a ecoepidemiologia da toxoplasmose ao promover maior contato entre hospedeiros, alterar o equilíbrio ecológico e favorecer a persistência ambiental dos oocistos.

Investigações em áreas rurais do estado também demonstraram elevada prevalência da infecção e que, além do consumo de carne de animais de produção, foi observada também associação entre o consumo de carne de caça e o aumento do risco de infecção por *T. gondii*[26]. Essa prática, profundamente ligada ao modo de vida e ao sustento alimentar das comunidades amazônicas, expõe o homem ao ciclo selvagem do parasito, no qual circulam cepas geneticamente atípicas e frequentemente mais virulentas. O abate, o manuseio e o preparo da carne de animais selvagens, sem medidas adequadas de higiene e cocção, favorecem a transmissão oral de cistos teciduais viáveis. A penetração humana em ambientes florestais para atividades de caça ou coleta aumenta o contato direto com o solo e com fontes hídricas contaminadas por oocistos, intensificando a interface entre homem, fauna silvestre e ecossistema florestal. Essa dinâmica bidirecional permite que felinos domésticos, ao ingerirem carne de caça contaminada, tornem-se hospedeiros definitivos e disseminem cepas provenientes do ciclo silvestre em ambientes rurais e urbanos.

Dessa forma, tanto as práticas produtivas associadas à pecuária semiextensiva quanto o consumo de carne de caça constituem elos importantes na cadeia de transmissão do *T. gondii* na Amazônia. Juntas, refletem a complexa interligação entre fatores ecológicos, socioeconômicos e culturais que moldam a dinâmica epidemiológica da toxoplasmose na região, reforçando a necessidade de políticas integradas de vigilância baseadas no conceito de "Uma Só Saúde".

Esse conjunto de fatores também ajuda a compreender a ocorrência recorrente de surtos de toxoplasmose aguda na região, que representam a face mais visível da interação entre o ambiente, os hábitos alimentares e as condições sanitárias locais. Dentro da realidade epidemiológica da toxoplasmose na Amazônia, esses surtos são considerados eventos esporádicos, porém de considerável impacto, especialmente em comunidades onde o saneamento é precário ou inexistente, o convívio com animais domésticos é intenso e as características alimentares e comportamentais são singulares.

Em 2004, o IEC relatou o primeiro surto de toxoplasmose aguda no distrito de Monte Dourado, no município de Almeirim, oeste do Pará, região marcada por intenso fluxo de trabalhadores de diferentes áreas e hábitos diversos, incluindo pesca, caça e criação de animais domésticos. Durante a investigação, foram registrados aproximadamente 40 casos com perfil clínico e sorológico compatíveis com toxoplasmose aguda. Observou-se elevada densidade populacional de gatos, resultado da criação sem controle reprodutivo e do abandono frequente de animais. A proliferação de felinos errantes e semidomiciliados, favorecida pela ausência de políticas públicas de manejo e de saneamento ambiental, levou ao estabelecimento de populações com hábitos ferais que penetravam na floresta em busca de alimento. Essa dinâmica ampliou a interface entre os ciclos urbano e silvestre do parasito, expondo os gatos a cepas mantidas na fauna silvestre e possibilitando o retorno dessas variantes ao ambiente antrópico por meio da excreção de oocistos em solos e fontes hídricas próximas às moradias humanas. O episódio evidencia como a transformação ambiental, impulsionada por atividades antrópicas, desmatamento, expansão urbana desordenada e manejo inadequado

de resíduos e fauna doméstica, atua como fator determinante na ecoepidemiologia da toxoplasmose na região. O registro de um caso de paciente com lesão cicatrizada de retinocoroidite toxoplásmica, associado a quadro clínico-laboratorial de infecção aguda, reforçou a hipótese de reinfecção por cepas atípicas e mais virulentas de *T. gondii*, resultado provável do contato contínuo entre o homem e um ambiente ecologicamente em desequilíbrio[27].

Em 2013, o IEC participou de uma nova investigação de surto de toxoplasmose aguda em humanos no município de Ponta de Pedras, no arquipélago do Marajó, estado do Pará, que acometeu mais de 70 pessoas. Na Amazônia, onde fatores ambientais e socioeconômicos se conectam, a população está constantemente exposta a diferentes vias de infecção pelo *T. gondii*. Inicialmente, a análise epidemiológica não identificou com precisão a fonte do surto; contudo, a integração de dados clínicos, laboratoriais e geoespaciais permitiu inferir o consumo do suco de açaí, alimento amplamente consumido e de alta relevância socioeconômica regional, como provável via de transmissão que desencadeou o surto. O episódio ocorreu durante a entressafra local do fruto, sugerindo que um lote contaminado proveniente de áreas florestais mais distantes, onde a safra permanecia ativa, teria sido comercializado no município[15]. Essa hipótese foi reforçada por estudos pós-surto, que não registraram novos casos durante o período da safra local, indicando que a contaminação não se originara da produção tradicional da região. A investigação revelou, entretanto, uma dimensão ambiental mais ampla. A crescente demanda e expansão da cadeia produtiva do açaí têm levado ao aumento da coleta em áreas florestais não manejadas, transporte inadequado e ao processamento artesanal em condições sanitárias precárias, frequentemente próximas a ambientes contaminados por fezes de felinos domésticos e silvestres. A combinação entre pressão antrópica sobre ecossistemas florestais, ausência de infraestrutura adequada de saneamento e controle de qualidade e interação estreita entre fauna, alimentos e populações humanas cria um cenário propício à contaminação do fruto por oocistos do parasito. Assim, o surto de Ponta de Pedras ilustra como as mudanças no uso do solo, a intensificação de atividades extrativistas e a vulnerabilidade sanitária das comunidades amazônicas atuam como fatores determinantes na ecoepidemiologia da toxoplasmose. Sob a ótica do conceito de "Uma Só Saúde", esse evento reforça a necessidade de estratégias integradas de vigilância e educação em saúde, associadas à promoção de práticas sustentáveis e seguras de manejo e processamento do açaí[13,28].

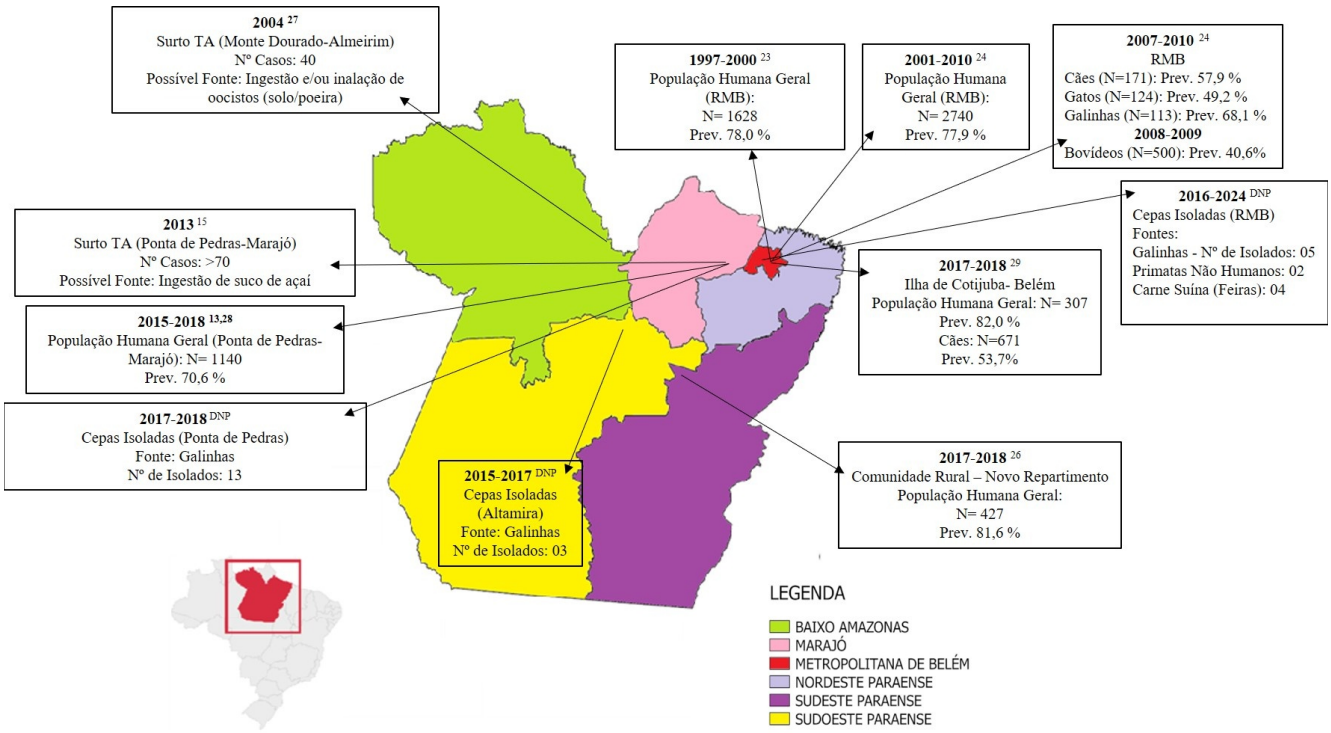
Mais recentemente, seguindo as diretrizes da Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente do Ministério da Saúde brasileiro, as investigações vêm sendo direcionadas às populações tradicionais em situação de vulnerabilidade, como as comunidades ribeirinhas. Estudo em humanos e cães da Ilha de Cotijuba, área de proteção ambiental pertencente ao município de Belém, revelou um padrão epidemiológico semelhante para a infecção pelo *T. gondii*, com elevada soroprevalência, reflexo da transmissão frequente. No entanto, por se tratar de uma área com forte potencial para o ecoturismo, ainda que com infraestrutura e saneamento básico deficientes, a ilha vem sofrendo com intenso fluxo de pessoas e animais domésticos, manejo florestal inadequado com consequente ocupação desordenada e uso indiscriminado dos recursos naturais, em especial as fontes hídricas, dessa maneira a ilha de Cotijuba pode ser considerada como de alto risco para a emergência de cepas atípicas de *T. gondii*[29].

Para melhor compreensão da influência das características biológicas do parasito na saúde humana e animal, nos últimos anos, o LABTOXO/IEC vem isolando cepas de *T. gondii* em amostras de tecidos de animais de produção e silvestres mantidos em cativeiro. O biobanco atualmente abriga diversas cepas, e análises genéticas indicam que as circulantes no Pará compartilham padrões de diversidade genética observados em cepas isoladas em outros estados da Região Norte e em países amazônicos, algumas apresentando alta virulência em modelos animais (dados não publicados). Esses achados sugerem que a diversidade genotípica e fenotípica do *T. gondii* pode estar intimamente relacionada às alterações ambientais que afetam os hospedeiros e, por conseguinte, a própria biologia do parasito. Nesse contexto, a crise climática emerge como um determinante crítico: o aumento da temperatura, as mudanças no regime de chuvas e as variações nos níveis de umidade podem prolongar a viabilidade de oocistos no solo e na água, favorecendo sua persistência e dispersão, potencializando a transmissão. Essa relação reforça a necessidade de integrar a vigilância ambiental e a modelagem climática e sanitária à agenda global de "Uma Só Saúde", promovida pela Organização Mundial da Saúde, pela *Food and Agriculture Organization* e pela Organização Mundial de Saúde Animal, articulando também a vigilância genômica das cepas regionais, a modelagem preditiva e a conservação da biodiversidade.

A figura 1 apresenta o mapa-síntese dos resultados obtidos pelo LABTOXO/IEC no estado do Pará ao longo de três décadas de atuação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo de quase três décadas, o LABTOXO/IEC tem desempenhado um papel central no avanço do conhecimento sobre a toxoplasmose na Amazônia, sobretudo no estado do Pará, contribuindo com a vigilância, a pesquisa científica e a formação de recursos humanos especializados. Esses esforços são essenciais para compreender os novos cenários epidemiológicos definidos pelo impacto ambiental e climático, além de fornecer subsídios técnicos e científicos para o fortalecimento de políticas públicas de saúde voltadas ao controle e prevenção da infecção por *T. gondii*.



Fonte: Adaptado de suporte geográfico *online*, 2019 (https://www.suportegeografico.online/2019/07/mapa-mesorregioes-do-para.html).
TA: Toxoplasmose aguda; Prev. Prevalência; N: Número total de amostras; RMB: Região Metropolitana de Belém; DNP: Dados não publicados.

Figura 1 – Mapa-resumo dos principais resultados de investigações epidemiológicas, surtos e ensaios biológicos conduzidos pelo LABTOXO/IEC no estado do Pará, Brasil, entre 1997 e 2025

Em relação à situação epidemiológica, os resultados obtidos pelo LABTOXO/IEC no Pará demonstram que, assim como em outras áreas amazônicas, a infecção pelo *T. gondii* permanece endêmica, com padrões epidemiológicos relativamente equilibrados entre a transmissão nos ambientes urbano-rural e o ciclo selvagem. Contudo, a intensa pressão antrópica observada nas últimas décadas, marcada por desmatamento, expansão agropecuária, extrativismo mineral, ecoturismo e outras atividades, tem aumentado a vulnerabilidade das populações humanas e animais à exposição a cepas atípicas e potencialmente mais virulentas de *T. gondii*. Essas transformações ambientais alteram o equilíbrio ecológico e as interações entre hospedeiros e o parasito, criando novos nichos de exposição que ampliam o risco de infecção e a ocorrência de surtos.

Apesar dos avanços na vigilância da toxoplasmose no Brasil, a doença ainda é considerada negligenciada, sobretudo na Amazônia, onde constitui um problema de saúde pública, principalmente entre gestantes, recém-nascidos e indivíduos imunocomprometidos. A gravidade clínica associada ao parasito reforça a necessidade de vigilância epidemiológica contínua, integrada ao conceito de "Uma Só Saúde", contemplando seres humanos, animais e o meio ambiente.

As alterações ambientais e climáticas, em especial as variações de temperatura, umidade e pluviosidade, modificam diretamente a ecoepidemiologia do *T. gondii*, influenciando a sobrevivência, a persistência e a dispersão dos oocistos no solo e na água. Essas mudanças intensificam o contato entre populações humanas, domésticas e silvestres, evidenciando a interface crítica entre saúde e meio ambiente. Aprimorar a compreensão dos efeitos das mudanças climáticas sobre a infecção pelo *T. gondii* na Amazônia é essencial para antecipar áreas de maior risco e orientar políticas públicas eficazes. Contudo, ainda persistem lacunas importantes quanto à diversidade genética das cepas circulantes e à integração de dados ambientais e epidemiológicos.

Diante desse cenário, recomenda-se o fortalecimento da vigilância epidemiológica, com melhor integração das informações clínicas, ambientais e genéticas, de modo a permitir respostas rápidas a surtos e a mudanças na dinâmica da transmissão da toxoplasmose. É fundamental também o investimento em pesquisas interdisciplinares que enfoquem a interação entre *T. gondii*, seus hospedeiros e os fatores climáticos regionais, com foco na modelagem preditiva de áreas de risco e na caracterização molecular de cepas amazônicas, além da padronização e implementação de metodologias para identificação do parasito em amostras ambientais e alimentos, principalmente em situações de surto da doença aguda.

Adicionalmente, recomenda-se o aperfeiçoamento das práticas agropecuárias e extrativistas, com ênfase no saneamento ambiental, no manejo sustentável e no controle de populações de felinos domésticos e errantes, a fim de reduzir a contaminação do solo e das fontes hídricas. Por fim, deve-se ampliar as ações

de educação e comunicação em saúde, priorizando comunidades tradicionais e populações em situação de maior vulnerabilidade social. Dessa maneira, somente por meio da integração entre pesquisa científica, gestão ambiental e políticas públicas participativas e eficazes será possível mitigar o impacto da toxoplasmose na Amazônia diante das mudanças climáticas globais.

AGRADECIMENTOS

Aos técnicos, bolsistas, estudantes e demais colaboradores do LABTOXO/IEC pelo apoio técnico prestado; às instituições que colaboram com os estudos realizados pelo LABTOXO/IEC (UFPA, UEPA, UFRA, UEFS, UESC, UEL, USP); aos órgãos financiadores (CNPq, FAPESPA); e à Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente do Ministério da Saúde do Brasil (SVSA/MS).

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflitos de interesse relacionados a este trabalho.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

ELC: contextualização, investigação e metodologia (trabalhos do LABTOXO citados no manuscrito), elaboração e revisão final do manuscrito; RAPBM, CNCBB: investigação e metodologia (trabalhos do LABTOXO citados no manuscrito), revisão e edição do manuscrito; AVS: análise de dados (trabalhos do LABTOXO citados no manuscrito), revisão e edição do manuscrito; MMP: supervisão (trabalhos do LABTOXO citados no manuscrito), análise formal, revisão e edição do manuscrito. Todos os autores revisaram e aprovaram a versão final submetida à revista.

REFERÊNCIAS

1 Dubey JP. Toxoplasmosis of animals and humans. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press; 2016.

2 Shapiro K, Bahia-Oliveira L, Dixon B, Dumètre A, de Wit LA, VanWormer E, et al. Environmental transmission of *Toxoplasma gondii*: oocysts in water, soil and food. Food Waterborne Parasitol. 2019 Apr;15:e00049.

3 Rossi GAM, Costa EF, Gabriël S, Braga FR. A systematic review and meta-analysis on the occurrence of toxoplasmosis in animals slaughtered in Brazilian abattoirs. Animals (Basel). 2022 Nov;12(22):3102.

4 Robert-Gangneux F, Dardé ML. Epidemiology of and diagnostic strategies for toxoplasmosis. Clin Microbiol Rev. 2012 Apr;25(2):264-96.

5 Molan A, Nosaka K, Hunter M, Wang W. Global status of *Toxoplasma gondii* infection: systematic review and prevalence snapshots. Trop Biomed. 2019 Dec;36(4):898-925.

6 Dubey JP, Murata FHA, Cerqueira-Cézar CK, Kwok OCH, Villena I. Congenital toxoplasmosis in humans: an update of worldwide rate of congenital infections. Parasitology. 2021 Oct;148(12):1406-16.

7 Dian S, Ganiem AR, Ekawardhani S. Cerebral toxoplasmosis in HIV-infected patients: a review. Pathog Glob Health. 2023 Feb;117(1):14-23.

8 Goh EJH, Putera I, La Distia Nora R, Mahendradas P, Biswas J, Chee SP, et al. Ocular toxoplasmosis. Ocul Immunol Inflamm. 2023 Sep;31(7):1342-61.

9 Epiphanio S, Sinhorini IL, Catão-Dias JL. Pathology of toxoplasmosis in captive New World primates. J Comp Pathol. 2003 Aug-Oct;129(2-3):196-204.

10 Oliveira AR, Ritter JM, Santos DO, Lucena FP, Mattos SA, Carvalho TP, et al. Pathology and epidemiology of fatal toxoplasmosis in free-ranging marmosets (*Callithrix* spp.) from the Brazilian Atlantic Forest. PLoS Negl Trop Dis. 2022 Sep;16(9):e0010782.

11 Formiga VHAS, Alvares FBV, Anjos MM, Freitas JV, Silva DP, Parentoni RN, et al. Seropositivity of anti-*Toxoplasma gondii* and anti-*Neospora caninum* antibodies in cattle intended for human consumption in an Amazonian area of North Brazil. Trop Med Infect Dis. 2023 Jul;8(7):359.

12 Morais RAPB, Carmo EL, Bichara CNC, Santos BR, Silveira KWS, Póvoa MM. Seroprevalence and risk factors associated with *T. gondii* infection in pregnant individuals from a Brazilian Amazon municipality. Parasite Epidemiol Control. 2020 Jan;9:e00133.

13 Morais RDAPB, Carmo EL, Costa WS, Marinho RR, Póvoa MM. *T. gondii* infection in urban and rural areas in the Amazon: where is the risk for toxoplasmosis? Int J Environ Res Public Health. 2021 Aug;18(16):8664.

14 Dutra LH, Saad E, Alves RMS, Cabral CM, Batista FS, Lima R, et al. Investigação de surto de toxoplasmose transmitido pelo consumo de açaí em Rondônia, Brasil, 2011. In: Anais da 12ª EXPOEPI; 2012 Nov 16-19; Brasília, Brasil. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2012. p.108-9.

15 Morais RAPB, Freire ABC, Barbosa DRL, Silva LCT, Pinheiro AF, Costa SS, et al. Surto de toxoplasmose aguda no Município de Ponta de Pedras, Arquipélago do Marajó, Estado do Pará, Brasil: características clínicas, laboratoriais e epidemiológicas. Rev Pan-Amaz Saúde. 2016;7(esp):143-52.

16 Demar M, Ajzenberg D, Maubon D, Djossou F, Panchoe D, Punwasi W, et al. Fatal outbreak of human toxoplasmosis along the Maroni River: epidemiological, clinical, and parasitological aspects. Clin Infect Dis. 2007 Oct;45(7):e88-95.

17 Blaizot R, Nabet C, Laghoe L, Faivre B, Escotte-Binet S, Djossou F, et al. Outbreak of Amazonian toxoplasmosis: a One Health investigation in a remote Amerindian community. Front Cell Infect Microbiol. 2020 Sep;10:401.

18 Gennari SM, Pena HFJ, Soares HS, Minervino AHH, Assis FFV, Alves BF, et al. A population study of *Toxoplasma gondii* in the Amazon region expands current knowledge of the genetic diversity in South America. PLoS Negl Trop Dis. 2024 Dec;18(12):e0012737.

19 Carme B, Demar M, Ajzenberg D, Dardé ML. Severe acquired toxoplasmosis caused by wild cycle of *Toxoplasma gondii*, French Guiana. Emerg Infect Dis. 2009 Apr;15(4):656-8.

20 Simon S, Thoisy B, Mercier A, Nacher M, Demar M. Virulence of atypical *Toxoplasma gondii* strains isolated in French Guiana in a murine model. Parasite. 2019;26:60.

21 Mercier A, Ajzenberg D, Devillard S, Demar MP, Thoisy B, Bonnabau H, et al. Human impact on genetic diversity of *Toxoplasma gondii*: example of the anthropized environment from French Guiana. Infect Genet Evol. 2011 Aug;11(6):1378-87.

22 Shwab EK, Saraf P, Zhu XQ, Zhou DH, McFerrin BM, Ajzenberg D, et al. Human impact on the diversity and virulence of the ubiquitous zoonotic parasite *Toxoplasma gondii*. Proc Natl Acad Sci U S A. 2018 Jul;115(29):E6956-E6963.

23 Bichara CNC. Perfil soroepidemiológico da toxoplasmose humana na área metropolitana de Belém, PA – experiência do Serviço de Parasitologia do Instituto Evandro Chagas [dissertação]. Belém: Universidade Federal do Pará; 2001. 79 p.

24 Carmo EL. Aspectos epidemiológicos da toxoplasmose na Região Metropolitana de Belém, Pará, Brasil [tese]. Belém: Universidade Federal do Pará; 2012. 159 p.

25 Carmo EL, Morais RAPB, Lima MS, Moraes CCG, Albuquerque GR, Silva AVD, et al. Anti-*Toxoplasma gondii* antibodies in beef cattle slaughtered in the metropolitan region of Belém, Brazilian Amazon. Rev Bras Parasitol Vet. 2017 Apr-Jun;26(2):226-30.

26 Carmo EL, Morais RAPB, Oliveira AS, Figueredo JE, Figueredo MC, Silva AV, et al. Soroepidemiologia da infecção pelo *Toxoplasma gondii* no Município de Novo Repartimento, Estado do Pará, Brasil. Rev Pan-Amaz Saúde. 2016 out-dez;7(4):79-87.

27 Carmo EL, Póvoa MM, Monteiro NS, Marinho RR, Nascimento JM, Freitas SN, et al. Surto de toxoplasmose humana no Distrito de Monte Dourado, Município de Almeirim, Pará, Brasil. Rev Pan-Amaz Saúde. 2010 jan-mar;1(1):61-6.

28 Morais RAPB. Caracterização epidemiológica da infecção pelo *Toxoplasma gondii* em município de ocorrência de surto no Estado do Pará [tese]. Belém: Universidade Federal do Pará; 2019. 96 p.

29 Pinheiro VLC, Carmo EL, Morais RAPB, Marinho RR, Póvoa MM. Infecção por *T. gondii* na população humana e canina da Ilha de Cotijuba, Belém, Pará. In: Anais do 56º Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical; 2021; Belém, Brasil. Belém: Sociedade Brasileira de Medicina Tropical; 2021.

Recebido em / Received: 11/9/2025
Aceito em / Accepted: 24/10/2025

Este artigo compõe a Seção Temática "Saúde e Meio Ambiente na Pan-Amazônia: Ciência, Território e Resistência em tempos de crise climática" em alusão à 30ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP 30).

Como citar este artigo / How to cite this article:

Carmo EL, Morais RAPB, Silva AV, Bichara CNC, Póvoa, MM. A influência ambiental e a infecção pelo *Toxoplasma gondii* na Amazônia: contribuição do Instituto Evandro Chagas (Pará, Brasil). Rev Pan Amaz Saude. 2025;16:e202501814. Doi: https://doi.org/10.5123/S2176-6223202501814