

AFYA CENTRO UNIVERSITÁRIO DE JI-PARANÁ
CURSO DE BACHARELADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

Nathalí Fabricante Alves

**REGISTROS DE INFECÇÃO POR *Trypanosoma* spp. EM
TAMBAQUIS (*Colossoma macropomum*), RÃS (*Leptodactylus*
fuscus e *L. petersii*) E CARRAPATOS (*Amblyomma* E
Rhipicephalus) DE CAPIVARAS (*Hydrochoerus hydrochaeris*):
RELATOS DE UMA SÉRIE DE CASOS**

Nathalí Fabricante Alves

**REGISTROS DE INFECÇÃO POR *Trypanosoma* spp. EM
TAMBAQUIS (*Colossoma macropomum*), RÃS (*Leptodactylus*
fuscus e *L. petersii*) E CARRAPATOS (*Amblyomma* E
Rhipicephalus) DE CAPIVARAS (*Hydrochoerus hydrochaeris*):
RELATOS DE UMA SÉRIE DE CASOS**

Relato de Caso apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) ao Afya Centro Universitário de Ji-Paraná, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Jerônimo Vieira Dantas Filho

Linha de Pesquisa: Medicina Veterinária de Animais Silvestres

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

A474r Alves, Nathali Fabricante.

Registros de infecção por *Trypanosoma* spp. em tambaquis (*Colossoma macropomum*), rãs (*Leptodactylus fuscus* e *L. petersii*) e carrapatos (*Amblyomma* e *Rhipicephalus*) de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*): relatos de uma série de casos. / Nathali Fabricante Alves. – Ji-Paraná, 2025.
27 p.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Medicina Veterinária) – Afya Centro Universitário de Ji-Paraná, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Jerônimo Vieira Dantas Filho.

1. Animais silvestres. 2. Hemoparasitoses. 3. Saúde única. 4. Zoonoses. I. Dantas Filho, Jerônimo Vieira. II. Título.

CDU 619:636.95/.98

Este trabalho é dedicado à minha família e todos aqueles que direta ou indiretamente participaram desse período da minha vida, permitindo-me chegar tão longe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, em especial minha mãe, Marlene Maria Fabricante, cujo apoio incondicional e incentivo contínuo me ajudaram a persistir nessa jornada apesar dos percalços. É necessário agradecer também aos professores que, através do ensino e orientação, fizeram-se indispensáveis para esta conquista.

“Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas.
Muito conhecimento, que se sintam humildes.” - Leonardo da Vinci

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Frequências de ANEs no sangue nos tambaquis (<i>Colossoma macropomum</i>).....	15
Figura 2. Fotomicrografias das formas tripomastigotas em estágio final (a), em estágio final imagem ampliada (b) e estágio inicial (c) e em estágio inicial em imagem ampliada, caracterizando a hemoparasitemia por <i>Trypanosoma</i> spp. no sangue de tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>). Legenda: Círculo e setas indicam a presença do hemoparasito.	17
Figura 3. Frequências de ANEs no sangue de rãs (<i>Leptodactylus fuscus</i> e <i>L. petersii</i>).....	21
Figura 4. Fotomicrografias das formas tripomastigotas em estágio final (a), em estágio inicial (b) e estágio inicial em imagem ampliada (c), caracterizando a hemoparasitemia por <i>Trypanosoma</i> spp. no sangue de rãs <i>Leptodactylus fuscus</i> e <i>L. petersii</i> vivendo nos taludes dos tanques de piscicultura. Legenda: Círculo e setas indicam a presença do hemoparasito.	22
Figura 5. Fotomicrografias das formas tripomastigotas em estágio final em amplificação de 10X (a), em amplificação de 100X (b) e em amplificação de 1000X (c e d), caracterizando a hemoparasitemia por <i>Trypanosoma</i> spp. no sangue de carrapatos (<i>Amblyomma</i> e <i>Rhipicephalus</i>) de capivaras (<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>) vivendo nos taludes dos tanques de piscicultura. Legenda: Círculo e setas indicam a presença do hemoparasito.	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. RELATOS DE UMA SÉRIE DE CASOS.....	13
2.1. Trypanosoma spp. em tambaquis provenientes das pisciculturas.....	14
2.2. Trypanosoma spp. em rãs vivendo nos taludes das pisciculturas.....	17
2.3. Trypanosoma spp. em capivaras que frequentam as pisciculturas.....	22
3. DISCUSSÃO.....	21
4. CONCLUSÕES.....	25
5. REFERÊNCIAS.....	26

Relato de Caso	
Revista/Periódico Pretendido	Veterinary Sciences
Acesso	https://www.mdpi.com/journal/vetsci
ISSN	2306-7381 (Qualis A2)

REGISTROS DE INFECÇÃO POR *Trypanosoma* spp. EM TAMBAQUIS (*Colossoma macropomum*), RÃS (*Leptodactylus fuscus* e *L. petersii*) E CARRAPATOS (*Amblyomma* E *Rhipicephalus*) DE CAPIVARAS (*Hydrochoerus hydrochaeris*): RELATOS DE UMA SÉRIE DE CASOS

RESUMO

Este estudo investigou a ocorrência do hemoparasito *Trypanosoma* spp. em três grupos de animais associados a 12 pisciculturas na região central de Rondônia, Brasil: tambaquis cultivados (*Colossoma macropomum*), rãs silvestres (*Leptodactylus fuscus* e *L. petersii*) e capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). A pesquisa, conduzida nas estações chuvosa e seca, revelou um cenário eco-epidemiológico complexo. Foram detectadas formas tripomastigotas de *Trypanosoma* spp. no sangue de todos os grupos, indicando uma circulação parasitária multi-hospedeiro no ambiente das pisciculturas. A análise de Anomalias Nucleares Eritrocitárias (ANEs) mostrou respostas sazonais distintas: nos tambaquis, as anomalias relacionadas à morte celular (apoptose e picnose) aumentaram significativamente no período seco, sugerindo maior estresse fisiológico. Já nas rãs, os danos genotóxicos (micronúcleos) e a morte celular foram mais frequentes na estação chuvosa. As infecções geralmente se apresentaram de forma subclínica, sem afetar drasticamente a condição corporal externa dos animais. No entanto, evidências da literatura, citadas na discussão, indicam que mesmo infecções de baixa intensidade podem induzir anemia e comprometer o desempenho fisiológico dos hospedeiros a longo prazo, tornando-os mais vulneráveis a outros patógenos e estresses. A presença do parasito em hospedeiros silvestres (rãs e capivaras) que coexistem com os tanques de cultivo destaca a interconexão entre a produção aquícola e o ecossistema local. A transmissão provavelmente ocorre por diferentes vetores, como sanguessugas para peixes e insetos hematófagos para anfíbios e mamíferos. Conclui-se que a disseminação de *Trypanosoma* spp. representa um desafio sanitário emergente para a piscicultura, principal atividade

econômica analisada. O estudo recomenda a adoção de uma abordagem integrada "One Health" (Uma Só Saúde), com monitoramento sistemático, investigação de vetores e implementação de medidas de manejo que considerem a saúde dos animais de produção, da fauna silvestre e do ecossistema como um todo, visando à sustentabilidade produtiva da região.

Palavras-chave: Animais silvestres; Hemoparasitoses; Saúde única; Zoonoses.

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura no Brasil apresentou um crescimento notável nas últimas duas décadas, evoluindo de uma produção quase insignificante nos anos 1980 para mais de 500 mil toneladas em 2014, atualmente a produção aquícola brasileira chegou a 655 mil toneladas, com a piscicultura desempenhando um papel central. Espécies nativas representam 40% da produção total, incluindo o tambaqui (*Colossoma macropomum*), uma espécie-chave que contribuiu com uma produção de 56,9 mil toneladas somente no estado de Rondônia. A região Norte destaca-se como um importante polo de crescimento da piscicultura, com o tambaqui sendo uma das espécies mais cultivadas.

Apesar dessa expansão, a intensificação da aquicultura trouxe desafios sanitários para os peixes cultivados, incluindo infecções por hemoparasitos. Entre estes, *Trypanosoma* spp. são parasitos sanguíneos significativos que afetam tanto peixes de água doce quanto marinhos (Lourenço et al. 2014), mas estudos sobre seu impacto em sistemas de cultivo intensivo ainda são escassos. Esses parasitos possuem ciclos de vida complexos envolvendo hospedeiros vertebrados e invertebrados geralmente organismos hematófagos como sanguessugas ou crustáceos (Woo, 1984; Lemos et al. 2015; Corrêa et al., 2016).

As infecções podem levar a condições graves como anemia e anormalidades eritrocitárias, comprometendo a saúde dos peixes (Maqbool; Ahmed, 2016; Corrêa et al., 2016). Dada sua dependência dos recursos do hospedeiro, as infecções por *Trypanosoma* podem afetar significativamente o crescimento e a sobrevivência, com o parasitismo associado à redução do hematócrito e da contagem de leucócitos (Corrêa et al., 2016).

Embora *Trypanosoma* spp. tenham sido documentados em peixes selvagens

(Molina et al. 2016; Corrêa et al., 2016), pouco se sabe sobre sua presença em tambaquis cultivados, apesar de sua importância como alimento básico no norte do Brasil. Além disso, esses parasitos não estão restritos a peixes; eles também infectam anfíbios e mamíferos. Por exemplo, rãs (*Leptodactylus fuscus* e *L. petersii*) e capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) podem servir como hospedeiros, mas pesquisas sobre *Trypanosoma* nessas espécies ainda são limitadas. Essa lacuna levanta questões críticas: (1) Qual é a prevalência de *Trypanosoma* spp. em tambaquis cultivados, rãs selvagens e mamíferos presentes em piscicultura como capivaras? (2) Como essas infecções influenciam a saúde do hospedeiro e seus parâmetros fisiológicos? (3) Existem vetores ou vias de transmissão compartilhadas entre esses hospedeiros?

Hipotetizamos que as infecções por *Trypanosoma* spp. são amplamente distribuídas entre tambaquis, rãs e capivaras na região de estudo, com variações potenciais na carga parasitária e efeitos patológicos dependendo da espécie hospedeira e de fatores ecológicos. Compreender essas dinâmicas é crucial, pois esses hospedeiros ocupam nichos ecológicos diferentes - aquático (tambaqui), semi-aquático (rãs) e terrestre-aquático (capivaras) - tornando-os modelos valiosos para estudar a transmissão de parasitos em ecossistemas diversos. Além disso, dada a importância econômica e ecológica dessas espécies, as infecções podem ter implicações para a sustentabilidade da aquicultura, a saúde da vida selvagem e até mesmo o potencial zoonótico.

O objetivo com este estudo é caracterizar morfolologicamente a ocorrência de *Trypanosoma* spp. e seus impactos fisiológicos em tambaquis de pisciculturas, bem como em rãs selvagens e capivaras da mesma região. Avaliando as formas tripomastigotas e sua influência nas condições fisiológicas dos hospedeiros, fornecendo *insights* sobre a ecologia desses parasitos em múltiplos hospedeiros. Ao expandir a pesquisa além dos peixes para incluir anfíbios e mamíferos, este trabalho contribui para uma compreensão mais ampla da epidemiologia do *Trypanosoma* na Amazônia, apoiando estratégias de manejo de doenças tanto para a aquicultura quanto para a conservação da vida selvagem.

2 RELATOS DE UMA SÉRIE DE CASOS

Este estudo foi submetido à Comissão de Ética no Uso de Animal (CEUA) e aprovado sob o protocolo nº 041-2022-A e SISBIO registrada com o nº 87664-1.

Sendo realizado em 12 pisciculturas localizadas nos municípios de Ji-Paraná e Ouro Preto do Oeste, na região central do estado de Rondônia, Brasil. Mais especificamente, as viagens foram realizadas em propriedades com histórico de alta mortalidade de peixes, especialmente na estação chuvosa. Essas viagens foram conduzidas durante as duas estações hidrológicas amazônicas: a estação chuvosa (de setembro de 2023 a abril de 2024) e a estação seca (de maio a agosto de 2024). Em média, as pisciculturas adotaram um sistema de cultivo semi-intensivo, abrangendo até 3 hectares de superfície de água doce, distribuídos em viveiros semi-escavados. Esses viveiros possuem áreas individuais que não ultrapassam 1,0 hectare, com profundidade média de 1,75 metros, e são utilizados para o cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818).

O clima de Rondônia é caracterizado pelo sistema de Köppen como predominantemente Am - Clima Tropical Chuvoso (Alvares et al., 2013). Durante o mês mais frio, julho, a temperatura média do ar é superior a 18 °C (megatérmico), havendo um período de seca bem definido, com um moderado déficit hídrico e índices pluviométricos inferiores a 50 mm por mês. A precipitação pluvial anual varia entre 1.400 e 2.600 mm, enquanto a temperatura média mensal do ar varia de 24 a 26 °C (CPTEC/INPE, 2023).

A análise estatística descritiva foi realizada no RStudio, utilizando medidas como média ($\bar{x}$), desvio padrão (σ) e frequência relativa (f_r) para compreender o comportamento dos dados. A média relativa indica a tendência central ajustada à proporção dos valores, enquanto o desvio padrão avalia a dispersão dos dados em torno da média, revelando se estão concentrados ou distribuídos. Já a frequência relativa mostra a representatividade de cada categoria ou intervalo em relação ao total, permitindo visualizar a composição dos dados. Essas métricas, aplicadas em conjunto, fornecem um panorama claro sobre consistência, variabilidade e distribuição das informações analisadas.

2.1. *Trypanosoma* spp. em tambaquis provenientes das pisciculturas

Foram capturados/pescados aleatoriamente 398 tambaquis (peso médio de 2 a 3 kg) em 12 pisciculturas diferentes, sendo coletados 3 peixes por propriedade, cada um proveniente de tanques escavados distintos. A captura foi realizada com rede de pesca de malha 60 mm (entre nós opostos), garantindo o mínimo de

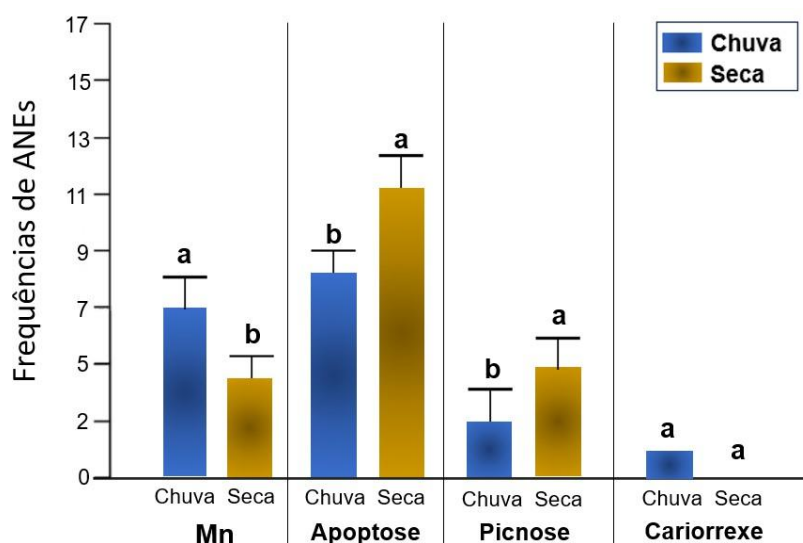
estresse aos animais. Para a manipulação, utilizou-se eugenol (Biodinâmica, Ibiporã, Brasil) (150 mg/L) como anestésico, diluído em água de uma caixa de 250 L, seguindo o protocolo estabelecido por Eiras et al. (2006). Os peixes foram imobilizados manualmente com luvas de nitrila e posicionados em uma bandeja úmida com água para procedimentos rápidos e seguros.

A coleta de sangue foi realizada por punção da veia caudal (ângulo de 45° na região ventral), utilizando-se 10 µL de sangue periférico por animal. Foram preparados esfregaços em duplicata para cada indivíduo, depositando-se o sangue diretamente em lâminas de vidro. Após a coleta, os peixes foram devolvidos aos tanques assim que se recuperaram do efeito anestésico, seguindo princípios éticos de bem-estar animal. As amostras foram transportadas ao laboratório e mantidas em temperatura ambiente por 12 horas antes do processamento.

Para a coloração, utilizou-se o *kit Quick Panotic LB*, seguindo o protocolo otimizado por Pinheiro et al. (2023). As lâminas foram inicialmente hidratadas em água destilada por 5 minutos e, em seguida, submetidas a 30 imersões de 1 segundo em cada uma das três soluções do kit (0,1% Triarilmetano, 0,1% Xantenos e 0,1% Tiazinas). Após a coloração, as lâminas foram lavadas em água deionizada (pH 7,0) e secas à temperatura ambiente.

A Figura 1 apresenta as frequências de anomalias nucleares eritrocitárias (ANEs) no sangue de tambaquis durante os períodos de chuva e seca, considerando quatro tipos de alterações: micronúcleos (Mn), apoptose, picnose e cariorrexe. Observa-se que a frequência de Mn não variou significativamente entre as estações, indicando estabilidade genotóxica ao longo do ciclo sazonal. Em contraste, as anomalias relacionadas à morte celular (apoptose e picnose) apresentaram valores significativamente mais elevados no período seco, sugerindo maior ocorrência de processos degenerativos nas células eritrocitárias nesse período. A cariorrexe foi registrada apenas na estação chuvosa, com baixa frequência e sem diferença estatística. De modo geral, os resultados indicam que as condições ambientais da seca podem representar um fator de estresse para o tambaqui, promovendo aumento de danos celulares e desequilíbrios fisiológicos detectáveis por meio da análise das ANEs.

Figura 1. Frequências de ANEs no sangue nos tambaquis (*Colossoma macropomum*).



Fonte: Autoria Própria.

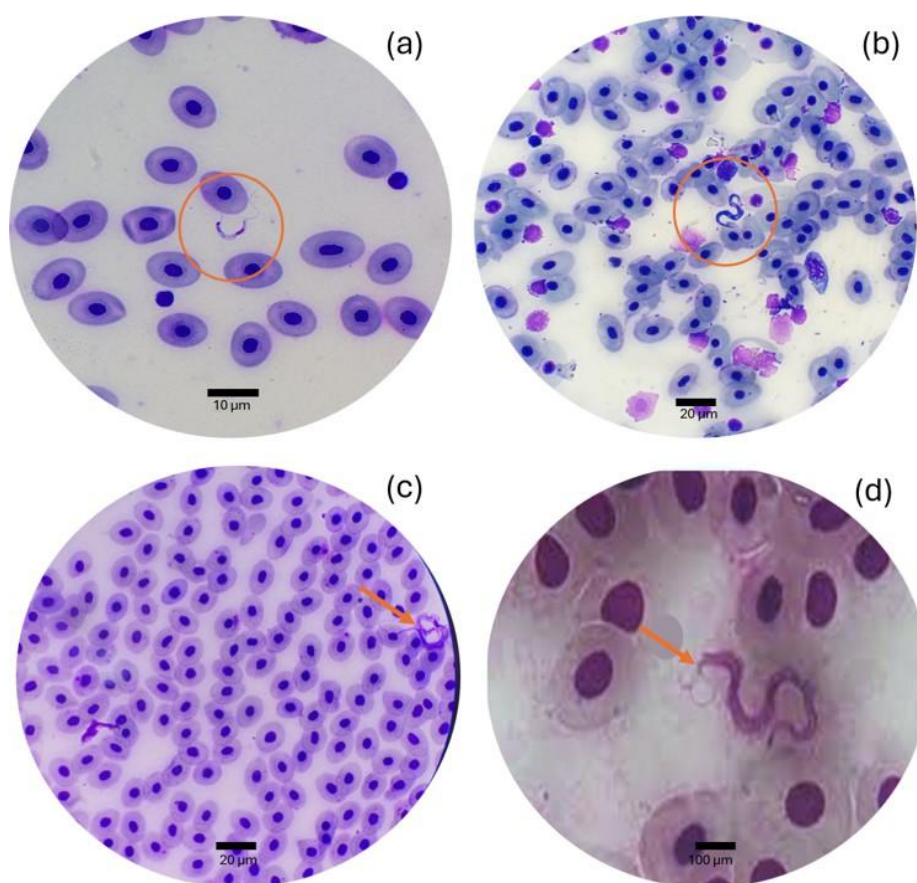
Dos 398 tambaquis, 36 foram positivos para *Trypanosoma* spp. Para a análise microscópica e identificação morfológica de *Trypanosoma* spp., as lâminas foram examinadas em microscópio óptico sob imersão em óleo (1000x), buscando identificar as formas tripomastigotas de *Trypanosoma* spp. com base nas seguintes características: (i) Morfologia: Corpo alongado e fusiforme (15–40 µm de comprimento); (ii) Estruturas distintivas: Flagelo anterior livre e membrana ondulante visível, Núcleo central corado em roxo-azulado, Cinetoplasto basal, próximo à extremidade posterior.

A detecção foi complementada com exames externos nos peixes, incluindo inspeção da superfície corporal, nadadeiras, olhos, cavidades nasais, oral e anal, para descartar a presença de ectoparasitos que pudessem interferir nos resultados. Para evitar falsos positivos, diferenciou-se *Trypanosoma* spp. de outros hemoparasitos comuns em peixes, como: (i) *Cryptobia* spp.: Apresenta dois flagelos (anterior e posterior) e formato mais arredondado; (ii) *Hemogregarina* spp.: Parasito intraeritrocitário, sem flagelos ou cinetoplasto.

Fotomicrografias (Figura 2) evidenciam formas tripomastigotas de *Trypanosoma* spp., caracterizando hemoparasitemia no sangue de tambaqui (*Colossoma macropomum*). No painel (a), observa-se uma forma tripomastigota em estágio final de desenvolvimento, com morfologia bem definida. O painel (b)

apresenta a mesma forma em imagem ampliada, permitindo melhor visualização dos detalhes estruturais. Já o painel (c) mostra uma forma tripomastigota em estágio inicial, com estrutura menos desenvolvida, enquanto o painel (d) traz uma ampliação dessa forma inicial, destacando características morfológicas sutis. Círculos e setas nas imagens indicam a presença dos hemoparasitos nas amostras sanguíneas.

Figura 2. Fotomicrografias das formas tripomastigotas em estágio final (a), em estágio final imagem ampliada (b) e estágio inicial (c) e em estágio inicial em imagem ampliada, caracterizando a hemoparasitemia por *Trypanosoma* spp. no sangue de tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Legenda: Círculo e setas indicam a presença do hemoparasito.*



Fonte: Autoria Própria.

2.2. *Trypanosoma* spp. em rãs vivendo nos taludes das pisciculturas

Imediatamente após a captura das 98 rãs, elas foram imobilizadas com o uso das mãos após calçadas as luvas, e sobre uma toalha úmida com água foi realizada a colheita do sangue periférico. Foi obtido cerca de 10 µL do sangue periférico por punção na veia femoral do membro posterior direito, utilizando seringa

de 1 mL com agulha de 13mm x 0,38 mm sendo uma seringa para cada indivíduo.

Para acurácia da avaliação do risco ecotoxicológico, foram conduzidas análises de ANEs nas duas estações hidrológicas, durante os períodos de chuva e seca. Foi realizado o levantamento das Anomalias Nucleares Eritrocitárias (ANEs) no sangue periférico das rãs semiaquáticas *Leptodactylus fuscus* e *L. petersii*. Essas rãs capturadas eram associadas aos tanques de piscicultura, tubulações e/ou canais de abastecimento das pisciculturas. Foi adotado o método de busca ativa no crepúsculo, ou seja, assim que o sol se pôs das 18 até 20h.

O sangue foi gotejado direto nas lâminas e os esfregaços foram conduzidos em duplicata, para cada animal. De imediato, após a colheita do sangue, as rãs não foram eutanasiadas mas foram devolvidas ao seu habitat natural, como o menor desconforto possível.

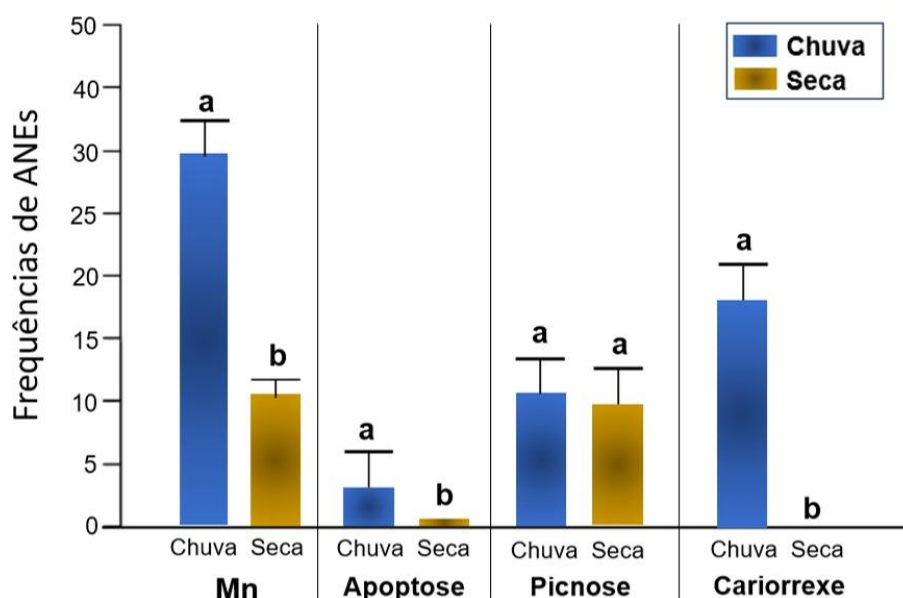
O material biológico foi encaminhado para o laboratório, para secar por um período de 12 horas em temperatura ambiente. Em seguida, as lâminas foram coradas utilizando o kit Panótico Rápido LB que consiste em três recipientes: primeiro 0,1% de triarilmetano, segundo 0,1% de xantenos e terceiro 0,1% tiazinas, as lâminas foram imersas 10 vezes em cada recipiente com submersão de um segundo em duração na sequência descrita acima Meneguetti et al. (2012).

Posteriormente, as lâminas foram lavadas em água deionizada com pH 7,0 e secas em temperatura ambiente conforme descrito por Meneguetti et al. (2012). Em cada lâmina, foram contados 1000 eritrócitos analisando a incidência micronúcleos e outras anomalias associadas às células sanguíneas, apoptose, picnose, intérfase, brotamento celular, células binucleadas, ponte nucleoplasmática, cariorrexe e necroses, conforme Silva et al. (2018). Esses registros foram realizados em um Microscópio Estereoscópico Trinocular (Sigma, EUA) através de uma objetiva de 100X em imersão em óleo.

A identificação morfológica de *Trypanosoma* spp. no sangue de rãs (*Leptodactylus fuscus* e *L. petersii*) foi realizada por microscopia óptica, com observações nas ampliações de 400x e 1000x (imersão em óleo). A análise concentrou-se na detecção de formas tripomastigotas, caracterizadas por comprimento variando entre 18 e 45 µm, presença de flagelo anterior e membrana ondulante proeminente. O cinetoplasto apresentava-se em posição subterminal, com coloração mais intensa que o núcleo, o qual se localizava na região central ou levemente deslocada.

A Figura 3 apresenta as frequências de anomalias nucleares eritrocitárias (ANEs) no sangue de rãs durante os períodos de chuva e seca, considerando as categorias de micronúcleos (Mn), apoptose, picnose e cariorrexe. Observa-se que a frequência de Mn foi significativamente maior no período chuvoso, indicando maior ocorrência de danos genotóxicos nessa estação. A apoptose também apresentou valores mais elevados na chuva, com redução expressiva na seca, sugerindo menor taxa de morte celular programada durante o período seco. Já a picnose não apresentou diferença estatística entre as estações, mantendo frequências semelhantes nos dois períodos. A cariorrexe, por sua vez, ocorreu exclusivamente na estação chuvosa, com valores significativamente superiores em relação à seca. De forma geral, os resultados apontam que as rãs exibem maior susceptibilidade a alterações nucleares durante a estação chuvosa, possivelmente devido à maior atividade metabólica e reprodutiva associada às condições ambientais úmidas, o que pode aumentar a exposição a fatores genotóxicos presentes no ambiente aquático.

Figura 3. Frequências de ANEs no sangue de rãs (*Leptodactylus fuscus* e *L. petersii*).



Fonte: Autoria Própria.

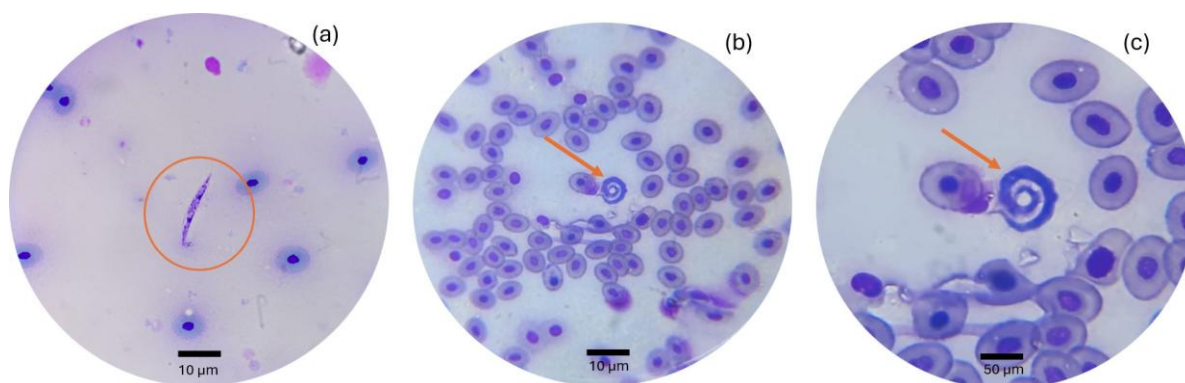
A diferenciação em relação a outros hemoparasitos foi realizada com base em características morfológicas distintas. Espécies de *Hepatozoon* spp. foram descartadas por não apresentarem flagelo e por exibirem formas exclusivamente

intraeritrocitárias. No entanto, *Lankesterella* spp. puderam ser diferenciadas por seu tamanho reduzido (5 a 10 μm) e pela ausência de cinetoplasto evidente. No caso de *Trypanosoma rotatorium*, espécie comum em anfíbios, a distinção foi baseada no maior comprimento (podendo atingir até 60 μm) e no formato mais alongado do cinetoplasto.

Como medida de controle de qualidade, foram preparados dois esfregaços sanguíneos independentes por animal (duplicatas), além da utilização de controles negativos obtidos de rãs criadas em cativeiro, livres de parasitos. As amostras foram preservadas de forma adequada para posterior análise. As lâminas foram armazenadas em caixas herméticas contendo sílica gel, enquanto o sangue total foi aliquoteado em tubos com EDTA e congelado a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Complementarmente, procedeu-se a um exame físico externo das rãs, visando identificar possíveis lesões cutâneas ou a presença de ectoparasitos, como ácaros ou sanguessugas, que poderiam atuar como vetores na transmissão de hemoparasitos. Dentre as 98 rãs capturadas, 60 apresentaram resultados positivos para *Trypanosoma* spp.

Fotomicrografias (Figura 4) evidenciam formas tripomastigotas de *Trypanosoma* spp., caracterizando hemoparasitemia em rãs, habitantes dos taludes de tanques de piscicultura. Na imagem (a), observa-se uma forma tripomastigota em estágio final de desenvolvimento, com morfologia bem definida. A imagem (b) mostra uma forma tripomastigota em estágio inicial, ainda pouco desenvolvida. Já a imagem (c) apresenta uma ampliação da forma inicial, permitindo melhor visualização dos detalhes morfológicos. Círculos e setas indicam a presença dos hemoparasitos nas amostras sanguíneas. As escalas das imagens são de 10 μm para os painéis (a) e (b), e de 50 μm para o painel (c).

Figura 4. Fotomicrografias das formas tripomastigotas em estágio final (a), em estágio inicial (b) e estágio inicial em imagem ampliada (c), caracterizando a hemoparasitemia por *Trypanosoma* spp. no sangue de rãs *Leptodactylus fuscus* e *L. petersii* vivendo nos taludes dos tanques de piscicultura. *Legenda:* Círculo e setas indicam a presença do hemoparasito.



Fonte: Autoria Própria.

2.3. *Trypanosoma* spp. em capivaras que frequentam as pisciculturas

As amostras sanguíneas utilizadas no presente estudo foram obtidas a partir de carrapatos (*Amblyomma* spp. ou *Rhipicephalus* spp) encontrados no ambiente de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de vida livre que circulavam nas proximidades dos tanques de piscicultura, no período entre 18h, 22h e 00h. É importante destacar que não houve captura das capivaras; por meio de acompanhamento contínuo na área da piscicultura, recolheram-se apenas os carrapatos que haviam caído recentemente nos taludes dos tanques de piscicultura.

Um total de 112 carrapatos *Amblyomma* spp. ou *Rhipicephalus* spp., foram recolhidos imediatamente após as capivaras se afastarem, logo em seguida armazenados em álcool isopropílico, para assepsia e conservação. Previamente, os carrapatos foram identificados. No estudo prévio, os artrópodes foram identificados por espécie, sexo e estágio de desenvolvimento – larvas, ninfas, machos adultos e fêmeas adultas.

A identificação morfológica de *Trypanosoma* spp. no sangue de mamíferos silvestres, como capivaras, a partir de carrapatos, envolve etapas específicas de coleta, processamento e análise microscópica. Inicialmente, os carrapatos recolhidos eram dos gêneros *Amblyomma* e *Rhipicephalus*, os mais comumente associados a capivaras (Silva et al., 1999). Esses vetores foram armazenados em álcool 70% ou solução salina estéril para posterior análise. Paralelamente, amostras de sangue para serem obtidas por punção venosa (jugular ou femoral), utilizando tubos com EDTA para preservação e lâminas para esfregaços sanguíneos.

A detecção direta de *Trypanosoma* spp. pode ser realizada por meio de esfregaços sanguíneos corados por *kit Quick Panotic LB*, seguindo o protocolo otimizado por Pinheiro et al. (2023). As lâminas foram inicialmente hidratadas em água destilada por 5 minutos e, em seguida, submetidas a 30 imersões de 1 segundo em cada uma das três soluções do kit (0,1% Triarilmetano, 0,1% Xantenos e 0,1% Tiazinas). Após a coloração, as lâminas foram lavadas em água deionizada (pH 7,0) e secas à temperatura ambiente.

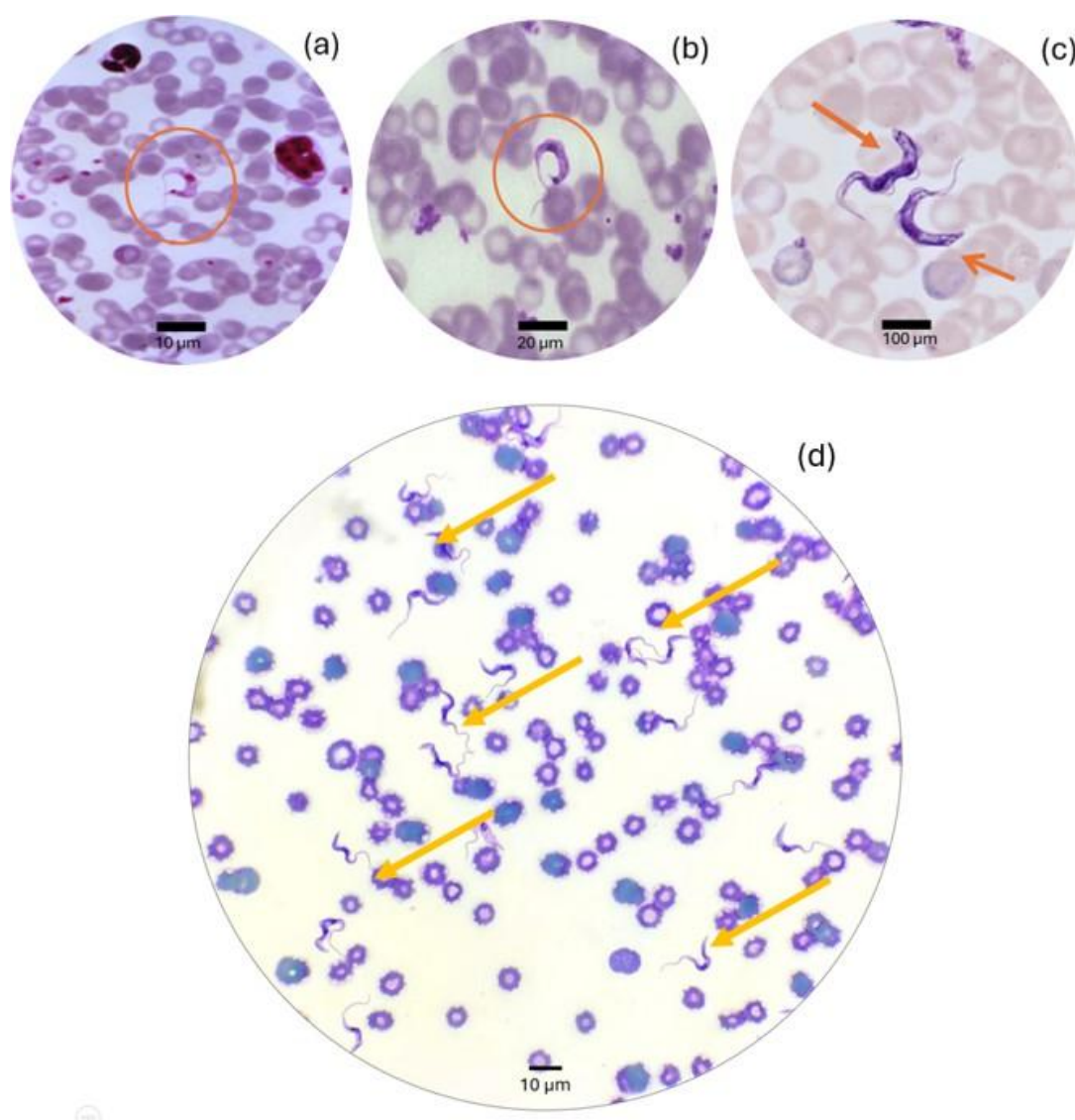
Após corar as lâminas, seguiu-se para observação em microscopia óptica

com imersão em óleo (1000x). As formas tripomastigotas do parasito apresentam características morfológicas distintivas, como corpo alongado e fusiforme, flagelo anterior livre, membrana ondulante, núcleo central e cinetoplasto próximo à extremidade posterior (Hoare, 1972). Em carrapatos, a pesquisa do parasito exige a trituração dos vetores em *Phosphate-Buffered Saline* (PBS) ou solução salina (NaCl a 0,9%), seguida de centrifugação para concentração de possíveis tripomastigotas, que podem ser visualizados em esfregaços corados. Nas amostras de 112 carrapatos colhidos, 78 foram positivas para *Trypanosoma* spp.

A diferenciação de *Trypanosoma* spp. de outros hemoparasitos, como *Babesia* e *Anaplasma*, é essencial, uma vez que estes não possuem flagelos ou cinetoplasto (Shaw; Lainson, 1977). Embora carrapatos possam atuar como vetores mecânicos, outros insetos hematófagos, como tabanídeos e triatomíneos, são mais frequentemente associados à transmissão de *Trypanosoma evansi* e *T. cruzi*, respectivamente (Silva et al., 1999).

Fotomicrografias (Figura 5) evidenciam formas tripomastigotas de *Trypanosoma* spp., caracterizando hemoparasitemia no sangue de carrapatos (*Amblyomma* e *Rhipicephalus*) de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) que habitam os taludes de tanques de piscicultura. No painel (a), observa-se uma forma tripomastigota em estágio final de desenvolvimento, visualizada com amplificação de 10X. Os painéis (b) e (c) apresentam formas tripomastigotas também em estágio final, porém com amplificação de 100X e 1000X, permitindo maior detalhamento morfológico. Círculos e setas nas imagens indicam a presença dos hemoparasitos nas amostras sanguíneas.

Figura 5. Fotomicrografias das formas tripomastigotas em estágio final em amplificação de 10X (a), em amplificação de 100X (b) e em amplificação de 1000X (c e d), caracterizando a hemoparasitemia por *Trypanosoma* spp. no sangue de carrapatos (*Amblyomma* e *Rhipicephalus*) de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) vivendo nos taludes dos tanques de piscicultura. *Legenda:* Círculo e setas indicam a presença do hemoparasito.



Fonte: Autoria Própria.

3. DISCUSSÃO

A expansão robusta da aquicultura no Brasil, saltando de praticamente nula nos anos 1980 para mais de 655 mil toneladas atualmente, com o tambaqui (*Colossoma macropomum*) representando cerca de 40% dessa produção e contribuindo com 56,9 mil toneladas apenas em Rondônia, evidenciou não apenas o potencial econômico da piscicultura, mas também os desafios sanitários emergentes associados à intensificação desse sistema produtivo. Entre esses desafios, destacam-se as infecções por hemoparasitos, como os *Trypanosoma* spp., cuja complexidade biológica transcende as fronteiras taxonômicas, com implicações

diretas para a saúde animal, sustentabilidade produtiva e ecologia da região amazônica.

No contexto dos tabaquis cultivados, um estudo fundamental identificado como pioneiro registrou *Trypanosoma* sp. infectando tabaquis na Amazônia brasileira, com uma prevalência de 41 % em 39 indivíduos examinados e baixa densidade parasitária média de 3,7 parasitos por μL de sangue, sem correlação com o fator de condição corporal dos hospedeiros (Molina et al., 2017). Apesar de esses parasitos não terem afetado condições externas perceptíveis, como peso e condição, sua presença confirma que mesmo em sistemas semi-intensivos, os tabaquis podem ser reservatórios de *Trypanosoma*, o que exige atenção aos potenciais vetores e fatores ambientais que favoreçam a transmissão.

Em outras espécies de peixes amazônicos, como *Pterygoplichthys pardalis*, a infecção por *Trypanosoma* atingiu 40,6 % dos indivíduos examinados, e observou-se diminuição nos níveis de hemoglobina conforme aumentava a carga parasitária, apesar de fatores como hematócrito ou glicose não se mostrarem estatisticamente alterados (Corrêa et al., 2020). Esse padrão sugere que os hemoparasitos podem causar anemia responsável por reduzir a capacidade de transporte de oxigênio, mesmo sem afetar o estado geral, o que pode comprometer o desempenho fisiológico em condições de estresse ou elevada demanda metabólica.

Quando o foco se desloca para anfíbios silvestres, os registros demonstram uma diversidade morfológica notável de *Trypanosoma* spp. em anuros da Amazônia oriental. Em um estudo com enfoque ambiental, verificou-se que várias espécies de rãs, entre elas *Leptodactylus fuscus* e *L. petersii*, estavam infectadas por *Trypanosoma*, especialmente em habitats como florestas e plantações de dendê, revelando alta diversidade de formas tripomastigotas (Pinho et al., 2021). A ocorrência de *Trypanosoma chattoni* em *Leptodactylus fuscus* foi relatada como o primeiro registro dessa espécie no Brasil (Lemos et al., 2008), destacando a presença desses hemoparasitos em hospedeiros anfíbios. Em outro estudo, observou-se infecção em 100 % dos indivíduos de *L. fuscus*, além de outros *Leptodactylus*, confirmando que esses anuros podem representar reservatórios naturais com potencial para manutenção e circulação de múltiplos genótipos de *Trypanosoma* (Lemos, 2007).

No caso das capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*), evidências sorológicas

apontam sua relevância como reservatórios potenciais de *Trypanosoma evansi*, com soroprevalência de anticorpos variando entre 8 % e quase 10 %, mesmo em regiões consideradas não endêmicas (Silva et al., 2016). Adicionalmente, estudos detectaram anticorpos contra *T. cruzi* em cerca de 8 % dos indivíduos examinados, o que reforça o papel ecológico dessas populações de roedores aquáticos na epidemiologia de tripanossomíases (Valadas et al., 2010).

Esses achados coletivos apontam que cada grupo de hospedeiros, tambaquis, rãs e capivaras está submetido a interações distintas com *Trypanosoma* spp., refletindo ecologias de transmissão variadas, mas interconectadas no mesmo cenário regional. Os tambaquis, em viveiros semi-escavados nas pisciculturas, podem ser expostos a vetores aquáticos como sanguessugas ou crustáceos hematófagos, típicos da transmissão de *Trypanosoma* em peixes (Corrêa et al., 2020; Molina et al., 2017). As rãs, por sua vez, são hospedeiros terrestres ou semi-aquáticos que podem sofrer transmissão por vetores como mosquitos ou ceratopogonídeos (Pinho et al., 2021), ainda que os mecanismos exatos na Amazônia não estejam completamente elucidados. Já as capivaras, permanecendo nas margens dos tanques, atraem carrapatos ou outros artrópodes vetores, ainda que estudos específicos sobre transmissão mecânica ou biológica de *Trypanosoma* em carrapatos dessa região sejam escassos, o papel sorológico das capivaras sugere exposição frequente (Silva et al., 2016; Valadas et al., 2010).

Hipoteticamente, pressões ecológicas como intensidade de manejo, densidade populacional, ciclagem sazonal das estações chuvosa e seca e proximidade entre os distintos nichos podem favorecer a circulação compartilhada de vetores ou mesmo transmissão cruzada. Por exemplo, durante a estação chuvosa, a abundância de vetores aquáticos pode aumentar, exacerbando a exposição dos tambaquis, enquanto o aumento da vegetação de margens pode favorecer a presença de rãs e carrapatos próximos aos tanques, criando sinergias para transmissão multi-hospedeiro.

Do ponto de vista fisiológico, as infecções parecem afetar os hospedeiros de maneira subclínica, porém com potenciais implicações a médio e longo prazo: nos tambaquis e *P. pardalis*, a anemia induzida pode não alterar o fator de condição ou o crescimento imediato, mas comprometer a resistência ao estresse ou patógenos oportunistas (Corrêa et al., 2020; Molina et al., 2017); nas rãs, a diversidade de formas tripomastigotas pode revelar alta plasticidade adaptativa dos hemoparasitos

(Pinho et al., 2021; Lemos et al., 2008); nas capivaras, a infecção alternativa pode constituir fonte de *spillover* ou mesmo vigilância epidemiológica essencial para evitar eventos zoonóticos emergentes (Silva et al., 2016; Valadas et al., 2010).).

Ademais, considerando a relevância econômica da piscicultura com tambaqui em Rondônia, a presença de *Trypanosoma* spp. em múltiplas espécies indica necessidade de estratégias integradas de manejo de doenças, envolvendo:

(i) Monitoramento sistemático em pisciculturas (para tambaquis) e nos arredores (rãs e capivaras) para detecção precoce de infecções. (ii) Investigações sobre vetores locais e mecanismos de transmissão específicos a cada hospedeiro. (iii) Avaliação de práticas gerenciais que possam reduzir exposição (controle de vegetação, barreiras físicas e controle vetorial). (iv) Avaliação do impacto fisiológico em longo prazo no desempenho produtivo (crescimento, mortalidade, resistência imunológica). (v) Consideração da interface saúde, bem-estar animal, conservação, e produção, especialmente porque as rãs silvestres e capivaras não são alvos diretos da aquicultura, mas participam do ecossistema adjacente.

Em síntese, a disseminação eco-epidemiológica de *Trypanosoma* spp. em tambaquis cultivados, anuros selvagens e capivaras na região amazônica sugere complexidade multifacetada, com efeitos subclínicos que podem comprometer a saúde dos hospedeiros e a sustentabilidade produtiva. A integração entre estudos morfológicos, sorológicos e clínico-ecológicos é fundamental para minimizar riscos e elaborar políticas de manejo eficazes que considerem a saúde dos animais, sistemas produtivos e vida selvagem em um enfoque *One Health*.

4. CONCLUSÕES

Embora não tenha sido realizada a determinação da espécie por meio de PCR neste estudo, a identificação e caracterização morfológica de formas tripomastigotas é essencial no diagnóstico inicial e epidemiologia.

A análise integrada da ocorrência de *Trypanosoma* spp. em tambaquis cultivados, anfíbios silvestres e carrapatos de capivaras evidencia um cenário eco-epidemiológico complexo na região amazônica. Embora, em muitos casos, as infecções apresentem caráter subclínico, seus potenciais efeitos cumulativos sobre a fisiologia dos hospedeiros e a produtividade aquícola não podem ser negligenciados. A diversidade de vetores e mecanismos de transmissão, associada à proximidade física e ecológica entre ambientes de cultivo e habitats naturais, amplia a probabilidade de circulação parasitária multi-hospedeiro. Essa dinâmica reforça a necessidade de ações de vigilância contínua, pesquisas sobre vetores específicos e implementação de medidas preventivas integradas, alinhadas ao conceito *One Health*.

Futuros estudos moleculares ajudariam a confirmar a hipótese de transmissão cruzada através da identificação das espécies envolvidas. O entendimento aprofundado dessas interações possibilitará estratégias de manejo mais eficazes, capazes de proteger a saúde dos animais de produção e da fauna silvestre, garantindo, simultaneamente, a sustentabilidade econômica da piscicultura e a preservação dos serviços ecossistêmicos na Amazônia.

5. REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- CORRÊA, D. C. et al. Morphometric characterization of *Trypanosoma* spp. and blood parameters in *Pterygoplichthys pardalis* (Pisces: Loricariidae) from the Brazilian Amazon. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 92, supl. 2, 2020.
- CORRÊA, L. L. et al. *Trypanosoma* spp. em peixes de água doce: impactos na saúde e parâmetros hematológicos. *Journal of Fish Diseases*, v. 39, n. 5, p. 543-552, 2016.
- EIRAS, J. C. et al. *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. 2. ed. Maringá: Eduem, 2006. 199 p.
- HOARE, C. A. *The trypanosomes of mammals: a zoological monograph*. Oxford: Blackwell, 1972.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). Estação meteorológica de Ouro Preto do Oeste – RO: CPTEC, 2023.
- LEMOS, M. Contribuição ao estudo da biologia dos Tripanossomas de anuros neotropicais. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.
- LEMOS, M. et al. First record of *Trypanosoma chattoni* in Brazil and occurrence of other *Trypanosoma* species in Brazilian frogs (*Anura*, *Leptodactylidae*). *Journal of Parasitology*, v. 94, n. 1, p. 148-151, 2008.
- LEMOS, M. et al. Vetores invertebrados de *Trypanosoma* em peixes: sanguessugas e crustáceos como transmissores. *Parasitology Research*, v. 114, n. 8, p. 2987-2995, 2015.
- LOURENÇO, P. R. et al. Diversidade e patogenicidade de *Trypanosoma* spp. em peixes cultivados e selvagens. *Aquaculture*, v. 433, p. 45-52, 2014.
- MAQBOOL, A.; AHMED, I. Anormalidades hematológicas em peixes infectados por *Trypanosoma*: anemia e leucopenia. *Fish & Shellfish Immunology*, v. 55, p. 198-206, 2016.

MOLINA, F. et al. First record of *Trypanosoma* in *Colossoma macropomum*: prevalence of 41 %, mean parasitic density of 3.7/ μ L. *Journal of Applied Aquaculture*, v. 30, n. 1, 2017.

MOLINA, J. P. et al. Ocorrência de *Trypanosoma* em peixes selvagens da Amazônia. *Acta Amazonica*, v. 46, n. 3, p. 301-310, 2016.

PEIXE BR – Associação Brasileira da Piscicultura. *Anuário 2025 da Peixe BR*. Pinheiros, São Paulo: Peixe BR, 2025. 67 p.

PINHEIRO, M. M. L. et al. First monitoring of cyanobacteria and cyanotoxins in freshwater from fish farms in Rondônia state, Brazil. *Heliyon*, v. 9, n. 8, e18518, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18518>.

PINHEIRO, R. H. S. et al. Otimização da coloração Panótica para diagnóstico parasitológico em anfíbios. *Veterinary Parasitology*, v. 315, p. 110-118, 2023.

SHAW, J. J.; LAINSON, R. *Trypanosoma* spp. of anuran amphibians and reptiles. In: KREIER, J. P. (Ed.). *Parasitic Protozoa*. New York: Academic Press, 1977.

SILVA, A. et al. Seroprevalence of *Trypanosoma evansi* infection in capybaras. 2016.

SILVA, F. D. et al. Avaliação ecotoxicológica da água do igarapé Ouro Preto utilizando a espécie bioindicadora *Leptodactylus petersii*. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, v. 5, n. 2, 2018.

SILVA, R. A. M. S. et al. *Trypanosoma evansi* em capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) no Pantanal. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, v. 8, n. 2, p. 87-91, 1999.

VALADAS, S. et al. Prevalence of antibodies to *Trypanosoma cruzi* in capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) from São Paulo State, Brazil. *Journal of Parasitology*, v. 96, n. 3, 2010.

WOO, P. T. K. Ciclo de vida e transmissão de *Trypanosoma* em peixes. *Journal of Parasitology*, v. 70, n. 3, p. 307-316, 1984.