



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - *CAMPUS* BAMBUÍ
BACHARELADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

Danielle Flavia Santos Pereira

***Trypanosoma vivax* em bovinos leiteiros de Medeiros–MG: abordagem sentinela e matriz
de risco**

BAMBUÍ
2026

DANIELLE FLAVIA SANTOS PEREIRA

***Trypanosoma vivax* em bovinos leiteiros de Medeiros–MG: abordagem sentinela e matriz de risco**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Bacharelado em Medicina Veterinária do IFMG – *Campus* Bambuí como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Medicina Veterinária.

Orientadora: Profa. Dra. Simone Magela Moreira

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

P436t Pereira, Danielle Flavia Santos.

Trypanosoma vivax em bovinos leiteiros de Medeiros–MG: abordagem sentinela e matriz de risco [manuscrito] / Danielle Flavia Santos Pereira – 2026.

57 f. : il. ; color.

Orientadora: Simone Magela Moreira.
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Bambuí.

1. *Trypanosoma vivax*. 2. Tripanossomose bovina. 3. Abordagem sentinela. 4. Saúde animal. 5. Serra da Canastra. I. Moreira, Simone Magela. II. Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* Bambuí. III. Título.

CDD 636.2089693

Catálogo: João Batista Rodrigues - CRB-6/2022



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS

Campus Bambuí

Diretoria de Ensino

Departamento de Ciências Agrárias

Faz. Varginha - Rodovia Bambuí(Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG

37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos vinte e seis dias do mês de janeiro do ano de 2026, às quinze horas e trinta minutos, *online*, por videoconferência, reuniu-se a banca examinadora presidida por mim, Simone Magela Moreira e demais membros, Bianca Gerardi e Candice Mara Bertonha. Nesta ocasião o discente Danielle Flavia Santos Pereira do curso de Bacharelado em Medicina Veterinária, com registro acadêmico de número 0065451 do IFMG - *Campus* Bambuí, defendeu seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado "Trypanosoma vivax em bovinos leiteiros de Medeiros-MG: Abordagem sentinela e matriz de risco" e foi APROVADA, com 95 (noventa e cinco) pontos.

Este resultado reflete o cumprimento parcial dos critérios de avaliação estabelecidos pelo curso e reconhece os esforços e a dedicação do discente e sua orientadora no desenvolvimento do seu TCC. O lançamento da nota e o conseqüente encerramento do respectivo processo está condicionado ao cumprimento dos procedimentos pós-defesa conforme previstos nos regulamentos vigentes. Tais procedimentos pós-defesa devem ser finalizados dentro do prazo limite de 20 dias, a contar da data desta ata. O descumprimento destes procedimentos até a data estipulada implicará em atribuição de nota 0 (zero) e conseqüente reprovação.

A sessão foi encerrada às dezessei horas e trinta e quatro minutos. Para constar, eu, Simone Magela Moreira, redigi a presente ata que após lida publicamente, foi aprovada e assinada pelo discente e membros da banca examinadora.

Bambuí, 26 de janeiro de 2026.



Documento assinado eletronicamente por **Simone Magela Moreira, Professora**, em 26/01/2026, às 16:36, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Candice Mara Bertonha, Professora**, em 26/01/2026, às 16:36, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Bianca Gerardi, Professora EBTT**, em 26/01/2026, às 16:37, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

TCC - Graduação - Ata de Defesa 2596530

SEI 23209.000370/2025-72 / pg. 1



Documento assinado eletronicamente por **Danielle Flavia Santos Pereira, Usuário Externo**, em 26/01/2026, às 16:42, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2596530** e o código CRC **FDE0D0F9**.

23209.000370/2025-72

2596530v1

AGRADECIMENTOS

“Mas os que confiam no Senhor recebem sempre novas forças. Voam nas alturas como águias, correm e não perdem as forças, andam e não se cansam” (Isaías 40:31).

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder forças nos momentos de dificuldade e por nunca permitir que eu desistisse ao longo desta jornada acadêmica. Em especial, agradeço também à minha querida Nossa Senhora Aparecida a sua intercessão constante e proteção.

À minha professora orientadora, Doutora Simone Moreira, expresso minha gratidão pela paciência, dedicação e pelos valiosos conhecimentos compartilhados, que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos meus pais, agradeço o apoio incondicional, o incentivo constante e por serem minha fonte de inspiração, sempre presentes em cada passo da minha trajetória.

Aos familiares e amigos, sou grata pelo incentivo, pelo carinho e por acreditarem em mim. Obrigada pela amizade, pelo apoio e por tornarem essa caminhada mais leve.

Gostaria de agradecer, em especial, a toda a equipe do Laboratório ProtoVet - UFMG o apoio e a parceria no processamento de amostras e compartilhamento de conhecimento.

Por fim, agradeço ao Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* Bambuí, em especial, aos professores e colaboradores, o ensino de qualidade, o apoio e a dedicação ao longo da minha formação acadêmica.

RESUMO

A tripanossomose bovina, causada pelo protozoário *Trypanosoma vivax*, é uma doença de relevância econômica e sanitária no Brasil, transmitida principalmente por vetores mecânicos, como *Stomoxys calcitrans* e *Tabanus spp.*, e também por vias iatrogênicas diversas, podendo comprometer a saúde e a produtividade de rebanhos leiteiros. O município de Medeiros, na Serra da Canastra (MG), destaca-se pela bovinocultura leiteira e pela produção artesanal do queijo Canastra, tornando a saúde do rebanho essencial para a sustentabilidade econômica e social da região. Este estudo realizou uma abordagem sentinela em duas propriedades representativas da região, avaliando um total de 70 animais. Utilizaram-se exames parasitológicos diretos baseados na técnica de Woo (centrifugação do hematócrito), associada à confecção de esfregaços com camada leucocitária (*Buff coat*), com capilares empregados também para a mensuração do hematócrito. Além disso, efetuou-se avaliação sorológica por reação de imunofluorescência indireta (RIFI). Todos os 70 animais testados pelo exame parasitológico direto apresentaram resultados negativos. A maioria (97,1%) evidenciou valores de hematócrito dentro do intervalo de referência para a espécie, e apenas dois animais (2,9%) apresentaram valores acima do parâmetro, indicando ausência de tripanossomose clínica e de anemia associada. Os 19 animais avaliados por RIFI não demonstraram sororreatividade, sugerindo ausência de exposição prévia e de infecção subclínica detectável pelos métodos empregados. Apesar da ausência de detecção parasitológica e sorológica, a inexistência de casos positivos não elimina a possibilidade de ocorrência futura da tripanossomose bovina na região, considerando as características produtivas locais, a presença de vetores mecânicos, as práticas de manejo adotadas e a vulnerabilidade epidemiológica do território. Nesse contexto, foi proposta uma matriz de classificação de risco fundamentada na avaliação integrada desses fatores, independentemente da positividade diagnóstica no momento da coleta, com o objetivo de orientar ações preventivas de vigilância, prevenção e controle, além de subsidiar o monitoramento contínuo e futuras pesquisas na região.

Palavras-chave: *Trypanosoma vivax*. Tripanossomose bovina. Abordagem sentinela. Saúde animal. Serra da Canastra.

ABSTRACT

Bovine trypanosomosis, caused by the protozoan *Trypanosoma vivax*, is a disease of economic and sanitary relevance in Brazil. It is transmitted mainly by mechanical vectors, such as *Stomoxys calcitrans* and *Tabanus spp.*, as well as through iatrogenic routes, and may compromise the health and productivity of dairy herds. The municipality of Medeiros, located in the Serra da Canastra region of Minas Gerais, stands out for dairy cattle farming and the artisanal production of Canastra cheese, making herd health essential for the economic and social sustainability of the region. This study adopted a sentinel approach in two representative dairy farms, evaluating a total of 70 animals. Direct parasitological examinations were performed using the Woo technique (hematocrit centrifugation), combined with buffy coat smear preparation, with capillary tubes also used for hematocrit measurement. In addition, serological evaluation was carried out using the indirect immunofluorescence assay (IFA). All 70 animals tested by direct parasitological examination were negative. Most animals (97.1%) presented hematocrit values within the reference range for the species, and only two animals (2.9%) showed values above the reference limits, indicating the absence of clinical trypanosomosis and associated anemia. The 19 animals evaluated by IFA showed no seroreactivity, suggesting the absence of previous exposure as well as the absence of detectable subclinical infection. Despite the lack of parasitological and serological detection, the absence of positive cases does not rule out the possibility of future occurrence of bovine trypanosomosis in the region, considering local production characteristics, the presence of mechanical vectors, management practices, and the epidemiological vulnerability of the territory. In this context, a risk classification matrix was proposed based on the integrated assessment of these factors, regardless of diagnostic positivity at the time of sampling, aiming to guide preventive actions for surveillance, prevention, and control, as well as to support continuous monitoring and future research in the region.

Keywords: *Trypanosoma vivax*. Bovine trypanosomosis. Sentinel approach. Animal health. Serra da Canastra.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Mapa municipal estatístico de Medeiros (MG), ressaltando localização das propriedades “A” e “B” em regiões distintas da zona rural do município.....27
- Figura 2- Etapa do diagnóstico parasitológico direto para pesquisa de *Trypanosoma vivax*: (A) capilares preenchidos com $\frac{3}{4}$ de capacidade após centrifugação; (B) leitura manual do hematócrito utilizando cartão específico.....29
- Figura 3- Esfregaço sanguíneo confeccionado com a camada leucocitária (*Buffy coat*) do microhematócrito como etapa do diagnóstico parasitológico direto para pesquisa de *Trypanosoma vivax*..... 30
- Figura 4- Campo microscópico de esfregaço da camada leucocitária (*Buffy coat*), observado em microscópio óptico sob aumento de 40 \times , utilizado como método parasitológico para pesquisa de *Trypanosoma vivax*..... 34

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 - Número de amostras por propriedade e tipo de diagnóstico laboratorial para <i>Trypanosoma vivax</i> em bovinos leiteiros no município de Medeiros - MG em 2025.....	29
Tabela 2 - Proposta de matriz de classificação de risco para tripanossomose bovina (<i>T. vivax</i>), aplicável em diferentes contextos produtivos.....	37
Tabela 3 - Proposta de ações de vigilância e controle recomendadas de acordo com diferentes classificações de risco para a tripanossomose bovina (<i>Trypanosoma vivax</i>).....	42
Tabela 4 - Avaliação do risco das duas propriedades sentinelas para tripanossomose bovina em Medeiros - MG em 2025.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MG - Minas Gerais

VSG - Glicoproteína de superfície variante

TNF-alfa - Fator de necrose tumoral alfa

PCR - Reação em cadeia da polimerase

RIFI - Reação de imunofluorescência indireta

ELISA - Ensaio de imunoabsorção enzimático

PFA - Proteínas de fase aguda

IFMG - Instituto Federal de Minas Gerais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Justificativa.....	11
2. OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo geral.....	12
2.2 Objetivos específicos.....	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
3.1 O Agente.....	13
3.2 Transmissão.....	14
3.3 Imunologia.....	15
3.4 Patogenicidade.....	17
3.5 Sinais clínicos.....	19
3.6 Diagnóstico.....	20
3.6.1 Diagnóstico epidemiológico.....	21
3.6.2 Diagnóstico laboratorial.....	21
a) Parasitológico direto.....	21
b) Alterações hematológicas.....	22
c) Métodos de diagnóstico indiretos.....	23
3.7 Tratamento.....	24
3.8 Matriz de risco.....	24
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1 Local da pesquisa.....	25
4.2 Propriedades e animais amostrados.....	26
4.3 Diagnóstico parasitológico direto para a pesquisa de <i>Trypanosoma vivax</i>	29
4.4 Diagnóstico parasitológico indireto para a pesquisa de anticorpos contra <i>Trypanosoma vivax</i>	30
4.5 Análise estatística.....	31
4.6 Estratégias de vigilância e controle.....	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5.1 Hematócrito como indicador de alterações hematológicas.....	33
5.2 Parasitológico direto para a pesquisa de <i>Trypanosoma vivax</i>	34
5.3 Parasitológico indireto para a pesquisa de anticorpos contra <i>Trypanosoma vivax</i>	35
5.4 Estratégias de vigilância e controle.....	37
5.5 Classificação de risco das propriedades.....	44
6. LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS DE PESQUISAS FUTURAS.....	46
7. CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS.....	47

1. INTRODUÇÃO

As hemoparasitoses bovinas representam um dos principais desafios sanitários enfrentados pela pecuária leiteira, devido ao seu impacto direto na saúde dos animais e na produtividade dos rebanhos. São causadas por agentes que afetam o sistema hematológico, podendo levar a quadros clínicos semelhantes, como febre, anemia, icterícia e queda na produção de leite (Lazarri Rigo *et al.*, 2021; de Jesus *et al.*, 2023). Dentre essas enfermidades, destaca-se a tripanossomose, típica de países de climas tropical e subtropical, como o Brasil.

A tripanossomíase, ou tripanossomose bovina, no Brasil, é particularmente causada pelo protozoário da espécie *Trypanosoma vivax*, um protozoário digenético, tendo como hospedeiro final um animal vertebrado, como o bovino. A transmissão deste protozoário ocorre através de vetores invertebrados, como a mosca dos estábulos (*Stomoxys calcitrans*) e as "mutucas" (*Tabanus spp.*), que atuam como os principais vetores no país; mas há, também, a transmissão por meios iatrogênicos, como o compartilhamento de agulhas infectadas (Barbieri *et al.*, 2016).

O município de Medeiros está localizado na região centro-oeste do estado de Minas Gerais (MG), situado no entorno da Serra da Canastra. A economia local tem forte base na agropecuária, com destaque para a atividade leiteira. Grande parte dos produtores rurais da região depende da produção artesanal de queijo Canastra, um dos principais símbolos culturais e econômicos da localidade, reconhecido nacionalmente por sua tradição e qualidade. Nesse contexto, a saúde do rebanho leiteiro torna-se um fator determinante para a sustentabilidade econômica e social do município.

A abordagem sentinela consiste em um sistema de vigilância que obtém dados provenientes de um número limitado de locais ou unidades de observação, selecionados estrategicamente para representar uma população ou área geográfica mais ampla (Lee *et al.*, 2010). Essa abordagem é empregada como alternativa viável em situações nas quais a coleta de informações em toda a população é inviável (Alton *et al.*, 2015; Lee *et al.*, 2010). Dessa maneira, constitui uma ferramenta essencial para a vigilância epidemiológica, especialmente em contextos em que o monitoramento em larga escala é de difícil execução.

Mesmo em cenários de baixa ou inexistente detecção do agente, a avaliação integrada do contexto produtivo, das práticas de manejo, da presença de vetores e da vulnerabilidade epidemiológica do território permite a construção de instrumentos

preventivos, como matrizes de classificação de risco, capazes de orientar ações de vigilância, prevenção e controle.

No presente estudo, foram selecionadas duas propriedades rurais localizadas no município de Medeiros-MG que representam o perfil produtivo predominante da região: pequenas propriedades familiares voltadas para a bovinocultura leiteira e especializadas na produção do queijo Canastra. Essas unidades foram escolhidas por refletirem as condições sanitárias e de manejo típicas da pecuária local, sendo, portanto, adequadas para atuar como rebanhos sentinela na investigação da presença de *Trypanosoma vivax*.

Nesse sentido, a abordagem sentinela adotada configura-se como um levantamento exploratório inicial, estabelecendo uma linha de base para subsidiar futuros monitoramentos contínuos e a tomada de decisões em vigilância sanitária na região. O estudo propõe uma investigação inicial, por meio da coleta de amostras biológicas e realização de testes parasitológicos e sorológicos, visando identificar tanto a presença direta do agente quanto de anticorpos específicos, incentivando novas pesquisas sobre a tripanossomose bovina na Serra da Canastra.

1.1 Justificativa

A tripanossomose é consideravelmente importante na pecuária leiteira, uma vez que leva a problemas reprodutivos e queda na produção dos animais, acarretando perdas econômicas (Germano *et al.*, 2018). Estudo conduzido por Abrão *et al.* (2009) demonstrou redução de 27% na produção de leite e de 45% na taxa de prenhez, além de uma queda de 47% no retorno bruto financeiro diário de uma propriedade durante um surto da doença. Também, devido aos sintomas inespecíficos, a tripanossomose é, muitas vezes, confundida com outras hemoparasitoses (Souza *et al.*, 2018), podendo impactar significativamente a precisão dos dados existentes sobre sua prevalência.

Destaca-se a importância estratégica da pecuária leiteira para a sustentabilidade das propriedades rurais do município. A produção de leite e derivados, como os queijos artesanais, representa a principal fonte de renda das famílias, sendo essencial para a manutenção da vida no campo e para a reprodução social das comunidades rurais. Essas propriedades também cumprem um papel relevante no contexto da segurança alimentar, da fixação das famílias no meio rural e da preservação cultural dos modos tradicionais de produção. A agricultura familiar, nesse cenário, não apenas garante o sustento das famílias envolvidas, mas também contribui significativamente para a dinamização da economia local e para a manutenção das comunidades rurais vivas e ativas.

Nesse contexto, a saúde do rebanho adquire um papel central, pois qualquer ameaça sanitária, como o surgimento ou a prevalência de doenças infecciosas, pode comprometer diretamente a produção, a renda e, conseqüentemente, a segurança econômica dessas famílias. Assim, compreender os desafios enfrentados no campo da sanidade animal se torna fundamental não apenas do ponto de vista produtivo, mas também social, econômico e cultural, considerando o vínculo histórico e identitário dessas famílias com a atividade pecuária.

A investigação da tripanossomose bovina por meio de coletas de sangue e análises parasitológicas diretas e indiretas tem sido amplamente utilizada em diferentes regiões do Brasil, conforme demonstrado por pesquisadores como Silva *et al.* (2009), Bastos *et al.* (2015), Barbieri *et al.* (2016), Andrade Neto *et al.* (2019) e Gonçalves *et al.* (2023). Esses autores empregaram desde técnicas parasitológicas diretas até métodos moleculares e sorológicos, reforçando a relevância do sangue como matriz biológica essencial para a detecção de *Trypanosoma vivax* em bovinos. Apesar desses avanços e da consolidação metodológica no país, a região específica contemplada por este projeto ainda carece de levantamentos sistemáticos utilizando tais abordagens diagnósticas, o que evidencia uma lacuna importante no entendimento da epidemiologia local. Dessa forma, a realização deste estudo justifica-se pela necessidade de gerar informações inéditas que permitam caracterizar a ocorrência do parasito na área, subsidiando estratégias regionais de vigilância e manejo sanitário.

A partir dos resultados deste trabalho, será possível pensar em estratégias integradas envolvendo monitoramento ambiental, manejo dos animais e conscientização dos produtores, além do desenvolvimento de medidas de controle e prevenção mais efetivas para a doença, protegendo a saúde animal e minimizando perdas econômicas para os produtores.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a ocorrência de *Trypanosoma vivax* em bovinos leiteiros de duas propriedades da região de Medeiros–MG por meio de métodos diagnósticos diretos e indiretos, adotando uma abordagem sentinela e elaboração de uma matriz de risco.

2.2 Objetivos específicos

- Confeccionar e analisar esfregaços da camada leucocitária (*Buffy Coat*) para identificação direta de hemoparasitas (*Trypanosoma vivax*) por microscopia óptica;
- Aplicar testes sorológicos para detecção de anticorpos contra *T. vivax*, para confirmação da exposição prévia dos animais;
- Integrar os achados laboratoriais e contextuais, subsidiando a elaboração de uma matriz de classificação de risco e de estratégias de vigilância e controle adaptadas à realidade das propriedades leiteiras da região.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 O Agente

As espécies de *Trypanosoma spp.* são divididas em *Stercoraria* e *Salivaria*, de acordo com sua forma de transmissão. O gênero *Trypanosoma* pode infectar todas as classes de vertebrados, como peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (Ferreira *et al.*, 2017). Os tripanosomas patogênicos de importância na pecuária encontram-se todos localizados na seção *Salivaria* (Silva *et al.*, 2002).

No continente africano, a tripanossomose africana animal, ou nagana, é causada por várias espécies ou subespécies, incluindo *T. vivax*, *T. simiae*, *T. b. brucei* e *T. congolenses*, sendo o último o de maior representatividade, devido ao seu impacto econômico na pecuária (Signaboubo *et al.*, 2021).

A tripanossomose, no Brasil, é causada principalmente pelo *Trypanosoma vivax*, afetando bovinos, bubalinos, caprinos e ovinos (Riet-Correa *et al.*, 2025). A doença foi relatada pela primeira vez em bovinos em 1946, no estado do Pará (Shaw e Lainson, 1972). Na década de 1970, foi identificada em búfalos, bovinos e ovinos em regiões correspondentes aos atuais estados do Pará e Amapá (Pereira e Abreu, 1978). Atualmente, consiste em uma doença altamente disseminada pelo território brasileiro, com relatos de surtos em diversos estados, por exemplo, Minas Gerais (Silva *et al.*, 2023; Alcindo *et al.*, 2022; Abrão *et al.*, 2009), Mato Grosso (Silva *et al.*, 1996), Rio de Janeiro (Costa *et al.*, 2020) Tocantins (Linhares *et al.*, 2006), Paraíba (Batista *et al.*, 2008), Pernambuco (Andrade Neto *et al.*, 2019), Santa Catarina (Silva *et al.*, 2007), Maranhão (Pereira *et al.*, 2018; Guerra *et al.*, 2008), Rio Grande do Sul (Silva *et al.*, 2009), São Paulo (Cadioli *et al.*, 2012), Goiás (Bastos *et al.*, 2017) e Bahia (Gaia *et al.*, 2021).

A espécie de *T. vivax* pertence à seção *Salivaria*, em que o protozoário é transmitido através das glândulas salivares do vetor, sendo, portanto, considerada uma forma inoculativa de transmissão (Jones e Dávila, 2001). Por se tratar de um protozoário digenético, seu ciclo de vida necessita passar por dois hospedeiros, tendo como hospedeiros finais um animal vertebrado (bovinos, bubalinos, equinos, dentre outros) e vetores invertebrados.

De acordo com Monteiro (2017), as características morfológicas do *Trypanosoma vivax* em sua forma tripomastigota incluem formato de foice, achatado, núcleo grande e central que se cora em roxo, cinetoplasto grande que também se cora em roxo, além de extremidade posterior mais arredondada.

3.2 Transmissão

A transmissão das espécies de parasitas do gênero *Trypanosoma* pode ocorrer de forma mecânica ou cíclica. Em relação à transmissão mecânica, as formas sanguíneas dos tripanosomas são transferidas diretamente de um mamífero para outro por insetos hematófagos (espécies de *Tabanidae* e *Somoxydae*) ou artificialmente por agulhas contaminadas com sangue infectado (Silva *et al.*, 2002). Já na transmissão cíclica, que ocorre com o *T. vivax* africano, há um desenvolvimento do agente no organismo do hospedeiro intermediário, neste caso, a mosca tsé-tsé (*Glossina spp.*).

Na América do Sul, por não haver seu hospedeiro intermediário natural, o agente se adaptou sendo transmitido mecanicamente, principalmente por tabanídeos e estomoxidíneos (Monteiro, 2017). Dessa forma, pode-se inferir que o *Trypanosoma vivax*, no Brasil, é transmitido somente mecanicamente, de modo que as formas sanguíneas (tripomastigotas) são apenas transferidas de um hospedeiro mamífero para outro, por vetores invertebrados que se contaminam durante o repasto sanguíneo. No Brasil, os principais vetores são a mosca-dos-estábulo (*Stomoxys calcitrans*) e espécies do gênero *Tabanus spp.*, popularmente conhecidas como “mutucas”.

A transmissão iatrogênica representa um ponto crítico na epidemiologia da tripanossomose bovina, especialmente em propriedades leiteiras com intensa rotina de manejo. O uso inadequado de instrumentos perfurocortantes, como agulhas utilizadas para administração de medicamentos, pode atuar como um importante mecanismo de disseminação do *Trypanosoma vivax*, favorecendo a propagação do parasito entre animais clinicamente saudáveis e aqueles já infectados. A relevância desse modo de transmissão é evidenciada pelo fato de que diversos surtos foram diagnosticados associados à reutilização de agulhas entre vacas leiteiras (Bastos *et al.*, 2020; Costa *et al.*, 2020; Alcindo *et al.*, 2022), demonstrando

que práticas de manejo aparentemente rotineiras podem resultar em ampla disseminação do agente no rebanho.

Ademais, a transmissão de *Trypanosoma vivax*, associada à ação humana, já foi comprovada experimentalmente pelo uso de luvas de palpação retal contaminadas com sangue. Quando utilizadas em mais de um animal, essas luvas podem promover a infecção de dois a cinco bovinos, dependendo do nível de contaminação sanguínea (Leal *et al.*, 2025).

Diversos estudos indicam que a passagem do parasita da mãe para o feto pode ter relevância epidemiológica (Osório *et al.*, 2008). A presença de DNA de *T. vivax* na placenta, no líquido amniótico, no sangue e nos tecidos dos fetos de ovelhas prenhes infectadas experimentalmente confirma a transmissão transplacentária do parasita (Silva *et al.*, 2013). Entretanto, outras pesquisas não encontraram evidências que comprovem a ocorrência dessa via de transmissão (Melo-Junior *et al.*, 2024). Assim, embora exista a possibilidade de transmissão transplacentária, seu papel na epidemiologia da doença ainda não é consenso, demandando investigações adicionais para esclarecer as condições e fatores que podem favorecer ou impedir esse fenômeno.

3.3 Imunologia

Os parasitos da espécie *Trypanosoma vivax* são extracelulares, de maneira que, objetivando sobreviver no sangue de seus hospedeiros, desenvolveram estratégias de evasão imunológica (Schwede *et al.*, 2015; Giordani *et al.*, 2016). Grande parte da capacidade de evadir do sistema imune do hospedeiro se deve à camada densamente compactada de uma única proteína, a glicoproteína de superfície variante (VSG), que cobre toda a superfície extracelular do parasito (Schwede *et al.*, 2015). A VSG forma um revestimento em constante mudança, protegendo o protozoário dos anticorpos do hospedeiro, o que leva a infecções crônicas caracterizadas por parasitemia oscilante (Autheman *et al.*, 2021). Além da variação antigênica, a VSG atua como uma barreira protetora, protegendo a célula de fatores imunes inatos e adaptativos (Schwede *et al.*, 2015).

Cada onda de parasitemia é caracterizada pela presença de populações de tripanossomas que expressam variantes antigênicas distintas da VSG, mecanismo que permite ao parasita evadir a resposta imunológica do hospedeiro (McCulloch *et al.*, 2017). Nesse processo, enquanto os tripanossomas que expressam a VSG dominante são eliminados pelos anticorpos, subpopulações que expressam VSGs alternativas sobrevivem e se proliferam, dando origem a novas ondas de parasitemia. Embora essas variantes antigênicas estimulem

respostas humorais sucessivas, a constante modificação estrutural das VSGs impede o estabelecimento de uma imunidade duradoura, favorecendo a persistência da infecção.

Esse mecanismo imunoevasivo contribui para a ocorrência de surtos graves, especialmente em situações de introdução de animais infectados em áreas não endêmicas ou de movimentação de animais suscetíveis para regiões endêmicas (Lima Neto, 2024). Além disso, fatores como estresse, hiperabundância de insetos hematófagos e a introdução de animais infectados são descritos como importantes desencadeadores de surtos (Osório *et al.*, 2008). Mesmo animais portadores assintomáticos podem apresentar recrudescência da infecção, uma vez que falhas na resposta imunológica ou sobrecarga parasitária, associada à elevada pressão sazonal de vetores, podem levar ao reaparecimento dos sinais clínicos da tripanossomíase (Desquesnes *et al.*, 2022b).

O revestimento formado pela VSG exerce papel fundamental na proteção dos tripanossomas sanguíneos contra a lise mediada pelo sistema complemento. Estudos realizados com *T. b. gambiense* demonstraram que parasitas recobertos por C3 (proteína central do sistema complemento) são capazes de inibir especificamente a ativação da via alternativa por meio de suas VSGs. Dessa forma, a ativação do complemento não progride além da formação da C3 convertase (complexo enzimático responsável pela clivagem da proteína C3 em fragmentos ativos), comprometendo a geração do complexo terminal responsável pela tripanólise (Devine, 1986).

Adicionalmente, como a via clássica do sistema complemento é essencial para a destruição dos tripanossomas, mediada por anticorpos, a liberação de grandes quantidades de VSG solúvel (sVSG), observada principalmente durante os picos de parasitemia, atua sequestrando fatores do complemento e reduzindo sua eficácia (Balber, 1979). Por fim, moléculas solúveis do complemento, como C3a e C5a, liberadas nas fases iniciais da infecção, promovem a liberação de histamina por mastócitos, aumentando a permeabilidade microvascular e, conseqüentemente, facilitando o acesso dos parasitas à corrente sanguínea (Stijlemans, 2016).

Além desses mecanismos, estudos indicam que bovinos provenientes de áreas endêmicas repetidamente infectados demonstram alta resposta imune pró-inflamatória do tipo Th1 (Bakari *et al.*, 2017; Bassi *et al.*, 2018). Nesse contexto, Camejo *et al.* (2014) evidenciaram que infecção experimental por *T. vivax* em bovinos causa um aumento no fator de necrose tumoral alfa (TNF-alfa), que permanece elevado por 45 dias ou mais após a infecção, e os níveis mais baixos de hematócrito coincidem com altas concentrações de TNF-alfa.

A diversidade de sequência, a organização genômica e os padrões de expressão das VSGs são específicos de cada espécie, o que pode explicar outras variações na virulência do parasita e na patologia da doença (Pereira *et al.*, 2022). Diversos estudos têm demonstrado que a diversidade genética dos isolados de *T. vivax* da América Latina é muito menor que a das cepas africanas (Desquesnes, 2004; Osório *et al.*, 2008). No continente africano, a transmissão cíclica pelas moscas tsé-tsé, nas quais os parasitas se multiplicam e sofrem recombinação genética, é um dos fatores que levam à maior diversidade genética dos parasitas e maior dificuldade de controle da enfermidade. Na América, a transmissão de parasitas com baixa diversidade genética por vetores mecânicos, que transmitem um pequeno número de parasitas por um período muito curto, leva ao controle natural da infecção após algum tempo na maioria dos hospedeiros (Desquesnes, 2004). Dessa forma, um processo de imunidade concomitante se estabelece, mantendo uma parasitemia muito baixa. Nesse sentido, estudo desenvolvido por Melo-Junior *et al.* (2024) mostrou que anticorpos anti- *T. vivax* foram detectados até 924 dias pós-infecção.

Os mecanismos imunoprotetores sofisticados mencionados anteriormente representam um entrave para o desenvolvimento de uma vacina contra o protozoário. No entanto, estudos mais recentes envolvendo vacinação com uma proteína de superfície celular conservada, localizada na membrana do flagelo, denominada antígeno flagelar invariante de *T. vivax*, mostraram resultados promissores na geração de proteção duradoura (Autheman *et al.*, 2021).

3.4 Patogenicidade

Na tripanossomose bovina, destacam-se como fatores predisponentes a alta densidade de vetores hematófagos, o estresse do animal, a presença de infecções concomitantes por outros hemoparasitas e a introdução de animais em áreas endêmicas sem exposição prévia ao *Trypanosoma vivax* (Cadioli *et al.*, 2012; Juchem, 2019). A ocorrência simultânea desses fatores pode agravar o quadro clínico dos animais e comprometer a eficácia das estratégias de controle e prevenção adotadas nas propriedades. Segundo Osório *et al.* (2008), o animal pode ser subclínico e evoluir para os cursos agudo ou crônico.

A anemia é um dos principais sinais clínicos da doença, sendo que o subtipo primário mais prevalente é a anemia hemolítica (Sudan *et al.*, 2023), do tipo normocítica normocrômica (Andrade Neto *et al.*, 2019). A revisão de Mbaya e colaboradores (2012) destaca que a anemia, associada à tripanossomose, apresenta natureza complexa e multifatorial.

A lesão eritrocitária direta, provocada pela ação mecânica dos flagelos, constitui um importante mecanismo hemolítico. Em estudo que investigou a interação de *Trypanosoma vivax* com hemácias de ovelhas infectadas experimentalmente, Boada-Sucre *et al.* (2016) observaram alterações morfológicas significativas nos eritrócitos, incluindo mudanças na forma celular e a formação de orifícios ou vesículas na superfície celular. Neste estudo, foi frequente a adesão do tripanossoma às hemácias, ocorrendo tanto pelo flagelo livre quanto pelo corpo celular, mediada pela emissão de filopódios da superfície do parasito e por meio de receptores de ácido siálico. Como resultado, os eritrócitos comprometidos tornam-se suscetíveis à remoção pelo sistema fagocítico mononuclear, contribuindo para a redução do hematócrito durante a infecção e reforçando o papel da destruição hemática na fisiopatologia da tripanossomose.

Além disso, a pirexia ondulante também é apontada como fator hemolítico devido ao aumento da fragilidade dos eritrócitos, redução de sua vida útil e favorecimento de reações imunológicas que levam à peroxidação lipídica das hemácias (Sudan *et al.*, 2023). Ademais, parasitos livres e fragmentados na circulação induzem a liberação de autoanticorpos plaquetários, iniciando, subsequentemente, a liberação de fatores pró-coagulantes que levam à deposição de fibrina. Isso, em última análise, resulta na formação de microtrombos, contribuindo ainda mais para coagulopatias intravasculares disseminadas ou microangiopatias (Davis *et al.*, 1974; Mbaya *et al.*, 2012; Sudan *et al.*, 2023)

Dentro do tema da fisiopatologia da anemia, associada à tripanossomose, é importante ressaltar o papel de toxinas e metabólitos liberados pelos tripanossomas vivos e mortos, incluindo proteases, neuraminidases, fosfolipases, ácidos graxos livres e compostos aromáticos, que também exercem efeito deletério sobre a integridade eritrocitária (Mbaya *et al.*, 2012). As neuraminidases, por exemplo, tornam os eritrócitos mais vulneráveis à fagocitose ao clivar o componente de ácido siálico presente na superfície celular (Adamu *et al.*, 2009; Mbaya *et al.*, 2012; Sudan *et al.*, 2023).

A desnutrição também pode ser considerada um fator promotor da anemia nos casos da tripanossomose, sendo que a inapetência e anorexia geradas pelo processo infeccioso ocasionam menor energia e redução do índice de condição corporal (Sudan *et al.*, 2023). Em infecção experimental de ovinos, Almeida *et al.* (2008) verificaram, também, uma diminuição da concentração de ferro sérico, elemento necessário para eritropoiese. Soma-se a isso a produção excessiva de radicais livres e superóxidos, que são capazes de induzir estresse oxidativo severo (Mishra *et al.*, 2017).

Estudos confirmaram a presença extravascular de DNA de *Trypanosoma vivax* tanto na fase aguda quanto na fase crônica da tripanossomose, evidenciando a capacidade do parasito de se disseminar para além da corrente sanguínea (Batista *et al.*, 2007, 2012; Costa *et al.*, 2020). Foram identificados DNA de *T. vivax* e lesões histopatológicas, principalmente de caráter inflamatório, em diversos tecidos e órgãos de animais infectados experimentalmente, incluindo fígado, baço, rim, coração, linfonodos, pele, testículo, epidídimo, globo ocular, cérebro, cerebelo, medula óssea, tecido adiposo testicular e útero (Melo-Junior *et al.*, 2024).

Estudo realizado por Costa *et al.* (2020) em doze surtos em fazendas de gado leiteiro no estado do Rio de Janeiro, no Brasil, mostrou que as principais lesões histológicas causadas por *T. vivax* ocorrem no sistema nervoso central e no coração, caracterizadas por infiltrado inflamatório perivascular de linfoplasmócitos e histiócitos.

Segundo Sekoni (1994), esses parasitos interferem nos mecanismos fisiológicos fundamentais à reprodução, promovendo alterações tanto na secreção quanto nas concentrações plasmáticas de hormônios essenciais aos processos reprodutivos de ambos os sexos. Nas fêmeas, além do estresse fisiológico associado ao processo infeccioso, a presença de DNA de *T. vivax* na placenta, associada a danos, sugere que o parasita desempenha um papel importante na patogênese da disfunção placentária e do aborto (Silva *et al.*, 2013). Quanto aos machos, a infecção causa diminuição da qualidade do sêmen, infertilidade ou esterilidade por efeitos degenerativos nos testículos e epidídimos (Sekoni *et al.*, 1994; Bezerra *et al.*, 2008; Hurtado *et al.*, 2016).

Estudos indicam que animais soropositivos para *Trypanosoma vivax* tendem a apresentar menores taxas de prenhez e maior ocorrência de abortos, o que sugere um impacto indireto do parasita sobre a eficiência reprodutiva dos rebanhos. De acordo com Lima *et al.* (2025), análises bioinformáticas apontam que o *T. vivax* pode influenciar mecanismos reprodutivos bovinos por meio da modulação de vias moleculares associadas ao receptor toll-like 2, ao fator de transcrição NF- κ B e ao coativador do receptor nuclear 7. Esses achados indicam uma possível interação entre padrões moleculares associados ao patógeno e respostas imunes do hospedeiro, potencialmente afetando funções reprodutivas essenciais.

3.5 Sinais clínicos

Os sinais clínicos comuns observados em bovinos infectados com *T. vivax* envolvem apatia, palidez das mucosas, diminuição do apetite, redução da produção de leite, perda de peso, fraqueza, opacidade da córnea, diarreia, edema submandibular e linfonodos aumentados (Batista *et al.*, 2008; Cadioli *et al.*, 2012, Costa *et al.*, 2020; Riet-Correa *et al.*,

2025). Porém, os sinais clínicos da infecção por *Trypanosoma vivax* em bovinos podem variar conforme o estágio clínico da doença. De maneira geral, a doença cursa com anemia grave, icterícia, aborto, hiperemia e petéquias na conjuntiva, ceratite, aumento dos linfonodos cervicais, secreções nasais e vaginais, diminuição da produção de leite, diarreia e perda de peso acentuada (Cadioli *et al.*, 2012; Fidelis Junior *et al.*, 2016). Ademais, na forma aguda da doença, caracterizada pela alta parasitemia, há relatos de sinais clínicos como apatia, crescimento restrito, fraqueza progressiva, sinais neurológicos, mucosas pálidas, perda de apetite e letargia (Ferreira *et al.*, 2023).

Na forma crônica ou subclínica, há parasitemia baixa, e os sinais clínicos podem ser inespecíficos e inexistentes. Infecções subclínicas, sintomas inespecíficos e sem parasitemia aparente representam um desafio para o diagnóstico, que requer métodos precisos (Ferreira *et al.*, 2023). Nesse sentido, o animal subclínico é um dos mais preocupantes, pois pode prejudicar o diagnóstico da doença, não evidenciando sinais clínicos e podendo apresentar parasitológico negativo, além de ser uma importante fonte de infecção para o rebanho (Berthier *et al.*, 2016).

A tripanossomose bovina pode cursar com manifestações neurológicas, especialmente em infecções causadas por *Trypanosoma vivax*. Esses sinais estão relacionados à capacidade do parasito de ultrapassar a barreira hematoencefálica e colonizar o sistema nervoso central, resultando em processos inflamatórios (Batista *et al.*, 2007; Galiza *et al.*, 2011; Costa *et al.*, 2020). Tremores musculares, incoordenação, marcha hipermétrica, fasciculações, opistótono, nistagmo, cegueira, estrabismo, deambulação sem rumo, agressividade, quedas, convulsões e movimentos de pedalagem são sinais clínicos neurológicos associados à enfermidade (Costa *et al.*, 2020; Riet-Correa *et al.*, 2025).

Estudos têm reforçado que o *T. vivax* é um hemoparasita que causa uma importante doença reprodutiva em ruminantes domésticos e é o principal responsável pela subfertilidade, causando perdas econômicas para o produtor (Bezerra e Batista, 2008). Os distúrbios reprodutivos incluem aborto, interrupção do ciclo estral, retenção de placenta e mortalidade perinatal (Hurtado *et al.*, 2016; Lima *et al.*, 2025). Nos machos, os efeitos reprodutivos envolvem, especialmente, a diminuição da qualidade espermática (Sekoni *et al.*, 1994; Hurtado *et al.*, 2016).

3.6 Diagnóstico

A sensibilidade dos métodos diagnósticos para a detecção de *T. vivax* varia dependendo da fase da doença, sendo esse um ponto crucial para o diagnóstico adequado.

Durante a fase aguda, métodos parasitológicos e PCR convencional apresentam alta sensibilidade; porém, à medida que a tripanossomose progride da fase aguda para a crônica, os métodos sorológicos tornam-se mais sensíveis, devido à produção de anticorpos e queda da parasitemia (Melo-Junior *et al.*, 2024).

3.6.1 Diagnóstico epidemiológico

No Brasil, exceto nas regiões Norte e do Pantanal, onde algumas hemoparasitoses têm caráter endêmico, os registros disponíveis concentram-se principalmente em surtos isolados ou estudos pontuais, evidenciando a necessidade de investigações mais amplas e sistemáticas (Meneses, 2016).

Na maioria dos casos, a presença de animais com infecções subclínicas, sintomas inespecíficos e sem parasitemia aparente representa um desafio para o diagnóstico, que requer métodos precisos (Ferreira *et al.*, 2023). Nessa perspectiva, a vigilância epidemiológica das hemoparasitoses bovinas, como a tripanossomose, requer abordagens integradas que associam o monitoramento clínico, a observação de vetores e a aplicação sistemática de exames laboratoriais (Germano *et al.*, 2018).

3.6.2 Diagnóstico laboratorial

a) Parasitológico direto

Dentre os métodos diretos para diagnóstico de *Trypanosoma vivax*, destaca-se a técnica de centrifugação do hematócrito, também chamada de técnica de Woo, na qual o objetivo é a visualização do agente. Nessa técnica, durante as análises de sangue, os tripanossomas são encontrados especialmente na interface entre leucócitos e plasma (Woo, 1970). A localização dos parasitos após centrifugação justifica a frequente associação da técnica de Woo com a confecção de esfregaços da camada leucocitária, chamada de *Buffy Coat*. Para a montagem da lâmina, quebra-se cada capilar na parte onde se divide a parte líquida com a celular, colocando-se, assim, uma ou duas gotas deste material numa lâmina, fazendo, logo em seguida, o esfregaço (Murray *et al.*, 1977; Silva *et al.*, 2002; Desquesnes *et al.*, 2022a).

No caso de infecções por *T. vivax*, a sensibilidade do método Woo é próxima de 100% quando a parasitemia está acima de 700 tripanossomas/ml de sangue. No entanto, os tripanossomas são muito difíceis de detectar quando a parasitemia é inferior a 60

tripanossomas/ml de sangue (Desquesnes *et al.*, 2017). Dessa forma, a sensibilidade do método de Woo pode reduzir consideravelmente quando a parasitemia diminui.

Em estudo realizado por Melo-Junior *et al.* (2024), o teste de Woo apresentou resultados positivos nos estágios iniciais da fase crônica até o dia 63 pós-infecção e esporadicamente, na parte posterior dessa fase, nos seguintes dias pós-infecção: +140, +154, +161, +168, +196, +224, +266, +329, +448 e +497.

Existem outras técnicas baseadas na detecção de parasitas e, embora possam ser mais sensíveis, também são mais caras e/ou demoradas (Desquesnes *et al.*, 2022a). Durante a fase aguda da tripanossomose, a maior porcentagem de sensibilidade entre todas as técnicas é atribuída à reação em cadeia da polimerase (PCR) convencional (Melo-Junior *et al.*, 2024). Essa técnica baseia-se na amplificação *in vitro* de segmentos específicos do DNA do parasito, permitindo a detecção de material genético presente no sangue dos animais infectados. No entanto, apesar da PCR ter grande valor como teste de diagnóstico molecular em situações de parasitemia, sua utilidade em pacientes infectados por *T. vivax* durante períodos aparentemente assintomáticos é limitada (Cadioli *et al.*, 2015). Além disso, a aplicação rotineira da PCR ainda é limitada em algumas regiões, devido ao custo dos reagentes e à necessidade de infraestrutura laboratorial adequada.

b) Alterações hematológicas

O volume globular, ou hematócrito, indica a proporção de sangue que é ocupada por hemácias, sendo um exame útil na avaliação do estado geral do animal. Durante a execução da técnica de Woo para diagnóstico parasitológico direto, além da detecção de tripanossomas na camada de plasma do hematócrito, é possível obter valores de hematócrito de cada animal. Embora tais valores não constituam uma ferramenta diagnóstica específica para a tripanossomose, eles se mostraram relevantes para a avaliação do estado clínico dos bovinos, especialmente no que se refere à presença de anemia, um achado frequentemente associado à infecção por *Trypanosoma vivax*. Como a tripanossomose é um problema que afeta todo o rebanho, o perfil do hematócrito pode ser usado como um marcador para orientar as investigações (Desquesnes *et al.*, 2022a).

No estudo conduzido por Fidelis Junior *et al.* (2016), avaliando os efeitos da infecção experimental por *Trypanosoma vivax* em bovinos, além do quadro anêmico característico da tripanossomose, o leucograma dos animais revelou leucopenia decorrente de neutropenia e linfopenia durante a fase aguda da enfermidade. Quanto ao perfil bioquímico, observou-se diminuição das concentrações séricas de colesterol, albumina, aspartato

aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH), além de elevação dos níveis de glicose, globulinas, proteínas totais e fosfatase alcalina (FA). Esses achados demonstram o impacto sistêmico da infecção por *T. vivax*, com alterações hematológicas e metabólicas compatíveis com o quadro clínico de animais acometidos pela doença.

c) Métodos de diagnóstico indiretos

Os métodos de diagnóstico indiretos baseiam-se na detecção de anticorpos que podem fornecer evidências de contato entre o hospedeiro e o parasita. No entanto, devido à persistência dos anticorpos no soro sanguíneo após a eliminação do parasita, essas técnicas não conseguem comprovar infecção ativa (Desquesnes *et al.*, 2022a).

Considerando métodos indiretos, são relevantes os testes de Reação de Imunofluorescência Indireta (RIFI) e o Ensaio de Imunoabsorção Enzimática (ELISA). Apesar desses testes não indicarem se a infecção está ativa ou se o animal apenas respondeu a uma infecção anterior, sua associação com métodos parasitológicos diretos é essencial para um diagnóstico mais preciso (Afonso, 2019). A RIFI, assim como o ELISA, apresenta elevada sensibilidade para identificar anticorpos contra o agente, sendo amplamente utilizada em estudos de levantamento epidemiológico. Embora possua menor sensibilidade quando comparada ao ELISA, o teste RIFI é um método barato e viável como diagnóstico sorológico para o *T. vivax* (Pinho, 2018). Outra vantagem da RIFI se refere à ausência de relatos de reação cruzada entre *T. vivax* e outros hematozoários (Platt e Adams, 1976). O imunodiagnóstico por ELISA requer conhecimento especializado e equipamentos relativamente caros e sofisticados, nem sempre disponíveis. A técnica também envolve a produção de parasitas nativos para a preparação de antígenos solúveis a partir do lisado de células inteiras dos tripanossomas que, muitas vezes, é limitada a laboratórios especializados (Desquesnes *et al.*, 2022a).

O perfil eletroforético das proteínas séricas de animais infectados por *Trypanosoma sp.* demonstra que as proteínas de fase aguda (PFAs) possuem um papel potencial no auxílio ao diagnóstico, além de predizer prognóstico, indicar a fase da infecção e se está ocorrendo resposta ao tratamento (Costa *et al.*, 2010; Almeida *et al.*, 2012; Sampaio, 2013). Em estudo conduzido por Almeida e colaboradores (2012), com o objetivo de avaliar possíveis alterações nas proteínas de fase aguda em ovelhas infectadas experimentalmente com *Trypanosoma vivax*, percebeu-se uma redução na maioria das proteínas, com exceção da transferrina e da antitripsina, que apresentaram aumento. Nessa perspectiva, a antitripsina

pode ser utilizada como indicador da infecção em bovinos naturalmente infectados por *T. vivax*, auxiliando no diagnóstico da infecção (Almeida *et al.*, 2012; Sampaio, 2013).

3.7 Tratamento

No Brasil, o aceturato de diminazeno e o cloreto de isometamídio são utilizados no tratamento da tripanossomose bovina (Castilho Neto *et al.*, 2021). No estudo de Fritzen *et al.* (2025), o uso de cloreto de isometamídio, associado a protetor hepático e vitamina B12, mostrou-se eficaz, promovendo melhora nos parâmetros hematológicos, imunológicos e antioxidantes de vacas leiteiras infectadas. Ademais, o cloreto de isometamídium também tem sido aplicado de forma profilática em rebanhos (Giordani *et al.*, 2016; Kuffel e Werle, 2024).

Por outro lado, Castilho Neto e colaboradores (2021) evidenciaram que, em um rebanho naturalmente infectado, a infecção por *T. vivax* persistiu mesmo após o tratamento com cloreto de isometamídio em dose profilática, indicando a ocorrência de resistência do parasita à quimioterapia no Brasil. Esses achados reforçam a necessidade de estratégias complementares de monitoramento e controle para garantir a eficácia do tratamento em diferentes contextos epidemiológicos.

3.8 Matriz de risco

O uso de uma matriz de risco é uma abordagem tanto qualitativa quanto quantitativa para priorizar riscos e iniciar intervenções para mitigá-los (Lemmens *et al.*, 2018). No contexto da saúde, essa ferramenta permite identificar, comparar e priorizar agravos, fornecendo subsídios para a tomada de decisão e o direcionamento de medidas de prevenção, controle e vigilância. A análise conjunta desses dois critérios oferece uma visão sistematizada do risco, contribuindo para o planejamento de ações mais eficientes e baseadas em evidências (Lemmens *et al.*, 2018).

Além disso, as decisões apoiadas em matrizes de risco consideram a estimativa das probabilidades e as características inerentes a essas estimativas, tornando o processo mais transparente (Duijm, 2015). Ferramentas desse tipo são especialmente úteis para se alcançar consenso sobre intervenções novas ou ajustadas, pois apresentam informações complexas de forma concisa, visual e matemática, facilitando a compreensão entre diferentes partes interessadas (Lemmens *et al.*, 2018). Assim, o uso da matriz de risco garante que o processo decisório reflita o melhor conhecimento disponível e o entendimento comum dos envolvidos, fortalecendo a efetividade das estratégias de controle de doenças.

Estudos recentes evidenciam a aplicabilidade prática da matriz de risco em diferentes contextos da saúde. Shang *et al.* (2024) utilizaram a ferramenta para avaliar o risco de importação de doenças infecciosas emergentes. De forma similar, Pimenta *et al.* (2025) aplicaram a matriz de risco na vigilância sanitária durante eventos de massa, destacando sua utilidade na identificação de riscos críticos e na organização de estratégias preventivas. Esses exemplos reforçam a relevância da matriz de risco como instrumento de apoio à decisão, consolidando seu valor em situações que envolvem saúde.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local da pesquisa

O município de Medeiros (Latitude: 19° 59' 45" Sul, Longitude: 46° 13' 33" Oeste), localizado na região Oeste do estado de Minas Gerais, apresenta características geográficas e socioeconômicas que o inserem fortemente no contexto da agricultura familiar e da agropecuária tradicional. Com uma área territorial de aproximadamente 946 km² e uma população estimada em torno de 4.000 habitantes, Medeiros possui uma das mais baixas densidades demográficas do Estado, com cerca de 4,12 habitantes por km², o que reforça seu perfil essencialmente rural (IBGE, 2024).

A base da economia local está na agropecuária, responsável por cerca de 67,9% do valor adicionado ao Produto Interno Bruto (PIB) municipal (IBGE, 2021). Dentre as atividades agropecuárias, destaca-se a pecuária leiteira, desempenhando papel central tanto na economia quanto na cultura da região. Os produtores rurais, em sua maioria organizados em sistemas de agricultura familiar, utilizam práticas de manejo tradicional, herdadas de gerações anteriores, em propriedades de pequeno porte que se dedicam à produção de leite e, especialmente, à fabricação artesanal de queijos.

Essa atividade tem grande relevância local não apenas por garantir o sustento das famílias, mas também por representar um importante elemento de identidade cultural. Os queijos produzidos na região, muitos deles dentro dos padrões do Queijo Minas Artesanal Canastra, têm se destacado em concursos gastronômicos regionais, nos quais já foram premiados pela sua qualidade e autenticidade. Esses reconhecimentos conferem visibilidade e valorização aos produtos locais, agregando valor à produção e ampliando as possibilidades de comercialização em mercados mais exigentes.

Do ponto de vista ambiental, Medeiros está inserido no bioma Cerrado e é uma região rica em recursos hídricos, com diversas nascentes e córregos. A cidade está relacionada

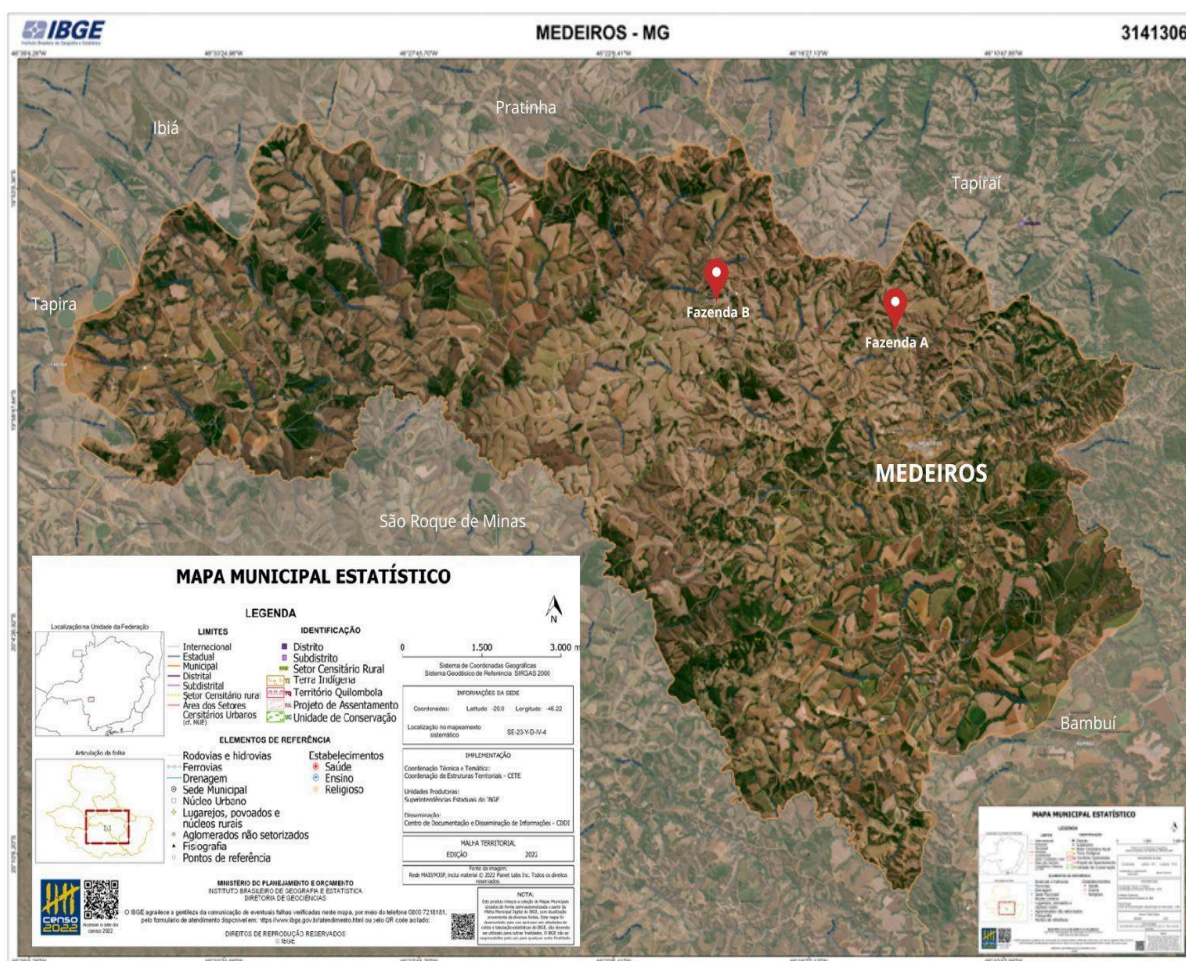
à região da Serra da Canastra, sendo reconhecida como nascente geográfica do rio São Francisco, onde é conhecido por rio Samburá. A topografia é levemente acidentada, favorecendo o manejo tradicional com pastagens e pequenas lavouras. A cidade de Medeiros-MG, escolhida para o presente trabalho, possui relativa proximidade com uma usina alcooleira e propriedades nas quais há presença de plantações de cana em sua área rural, criando possíveis cenários favoráveis para a multiplicação da mosca vetora (Cadioli *et al.*, 2012).

4.2 Propriedades e animais amostrados

Trata-se de um estudo observacional, de caráter descritivo, realizado em unidades produtivas selecionadas intencionalmente (amostragem não probabilística por conveniência ou intencional), com o objetivo de avaliar e caracterizar propriedades rurais representativas do sistema produtivo local.

Foram selecionadas duas propriedades bovinas localizadas no município de Medeiros–MG para compor o sistema de abordagem sentinela. A escolha dessas unidades baseou-se na sua representatividade em relação ao perfil produtivo predominante da região, caracterizado pela agricultura familiar, pequenas áreas produtivas e sistemas de criação voltados à produção de leite para fabricação de queijo Canastra. As duas propriedades analisadas neste trabalho, denominadas propriedade “A” e propriedade “B”, estão localizadas em regiões distintas da zona rural do município (Figura 1). Ambas se caracterizam como pequenas propriedades rurais, inseridas no contexto da agricultura familiar, sendo conduzidas majoritariamente pela força de trabalho da própria família, com pouca ou nenhuma contratação de mão de obra externa.

Figura 1 - Mapa municipal estatístico de Medeiros (MG), ressaltando localização das propriedades “A” e “B” em regiões distintas da zona rural do município



Fonte: Adaptado do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022).

A principal atividade econômica desenvolvida nas propriedades é a pecuária leiteira, voltada especialmente para a produção de queijos artesanais, o que garante uma importante fonte de renda para os produtores. As duas propriedades incluídas neste estudo apresentam características produtivas e sanitárias similares. Ambas utilizam ordenhadeira mecânica em seus processos de manejo, com rebanhos compostos por animais da raça Girolando, de variados graus sanguíneos. No que se refere ao manejo sanitário, as propriedades realizam controle periódico de ectoparasitos e verminoses. O histórico sanitário indica a ocorrência de outras hemoparasitoses, incluindo Tristeza Parasitária Bovina e Babesiose. O leite é processado nas próprias unidades, dentro de uma lógica de produção local e valorização de saberes tradicionais.

O manejo adotado é predominantemente tradicional, com práticas passadas de geração em geração, evidenciando a forte relação dos produtores com a terra e com os modos de vida rurais. As propriedades também se destacam pela qualidade de seus queijos artesanais,

que já foram premiados em diversos concursos gastronômicos regionais. Esses reconhecimentos não apenas evidenciam o saber-fazer tradicional das famílias envolvidas, mas também contribuem para agregar valor à produção, aumentar a visibilidade dos produtos no mercado e fortalecer a identidade territorial da região.

As amostras biológicas (sangue total e soro) utilizadas neste estudo foram obtidas durante procedimentos rotineiros de manejo sanitário, realizados por Médico Veterinário habilitado, sem a realização de intervenções adicionais ou experimentais nos animais. Em conformidade com a legislação brasileira vigente, estudos baseados exclusivamente em amostras oriundas de práticas assistenciais ou sanitárias de rotina, sem modificação de procedimentos ou indução experimental, não requerem submissão à Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) (Brasil, 2024).

Os animais foram contidos em tronco ou brete de contenção, individualmente (Feitosa, 2022), e, após assepsia com álcool 70%, foi coletado sangue por punção da veia coccígea média (Argentino *et al.*, 2017; Melo-Junior *et al.*, 2024) em sistema de “Vacutainer” (punção da veia com agulha dupla descartável e armazenamento do sangue em tubo de plástico estéril, com vácuo e não reutilizável, com rolha de borracha e tampa plástica vedatória rosqueável). Foram utilizados tubos de coleta com vácuo, com anticoagulante ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA), para todas as amostras, e tubos sem anticoagulante no caso das amostras para sorologia. A veia coccígea média foi utilizada porque causa menos estresse ao animal e proporciona mais segurança a quem está realizando o procedimento (Argentino *et al.*, 2017).

As amostras foram acondicionadas e transportadas em caixas de isopor contendo gelo, garantindo a manutenção da integridade biológica. Para os tubos sem coagulante, após sua recepção, as alíquotas de soro foram cuidadosamente transferidas para *eppendorfs*, congeladas e, posteriormente, transportadas sob condições refrigeradas até o laboratório para análise.

Ao todo, 70 vacas em lactação foram submetidas a testes (Woo, 1970; Murray *et al.*, 1977; Silva *et al.*, 2002; Luckins e Mehlitz, 1978; Pinho, 2018; Desquesnes *et al.*, 2022a), que variaram conforme a propriedade (Tabela 1).

Tabela 1 - Número de amostras por propriedade e tipo de diagnóstico laboratorial para *Trypanosoma vivax* em bovinos leiteiros no município de Medeiros - MG em 2025

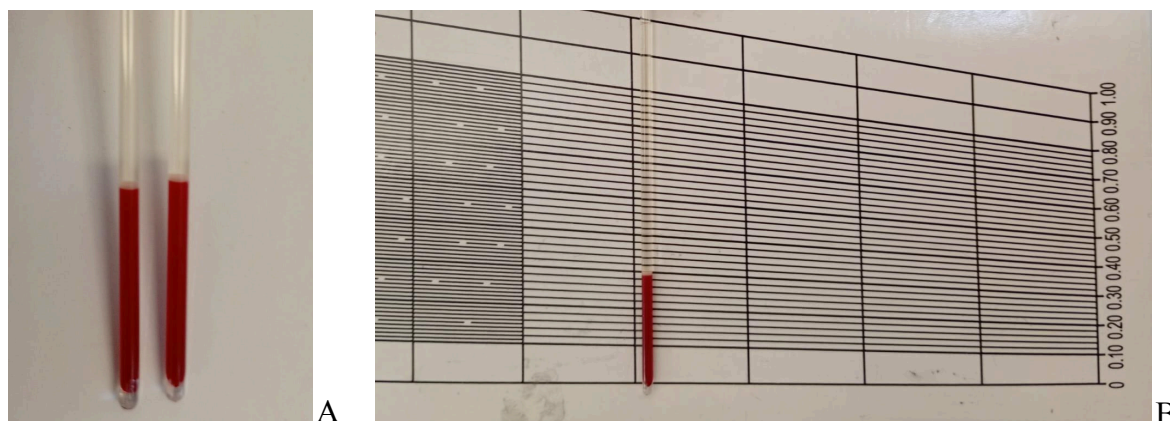
Propriedades	WOO + esfregaços (<i>Buff coat</i>)	Reação de Imunofluorescência Indireta (RIFI)
A	19	0
B	51	19
Total	70	19

Fonte: Autora (2026).

4.3 Diagnóstico parasitológico direto para a pesquisa de *Trypanosoma vivax*

No presente trabalho, foi utilizado o método de Woo (técnica de centrifugação do hematócrito) (Woo, 1970), associado à confecção de esfregaços com camada leucocitária (*Buff coat*) (Murray *et al.*, 1977; Silva *et al.*, 2002; Desquesnes *et al.*, 2022a), sendo os capilares ainda utilizados para a mensuração do hematócrito (Meyer *et al.*, 1995; Paula Neto, 2004) (Figura 2).

Figura 2- Etapa do diagnóstico parasitológico direto para pesquisa de *Trypanosoma vivax*: (A) capilares preenchidos com $\frac{3}{4}$ de capacidade após centrifugação; (B) leitura manual do hematócrito utilizando cartão específico

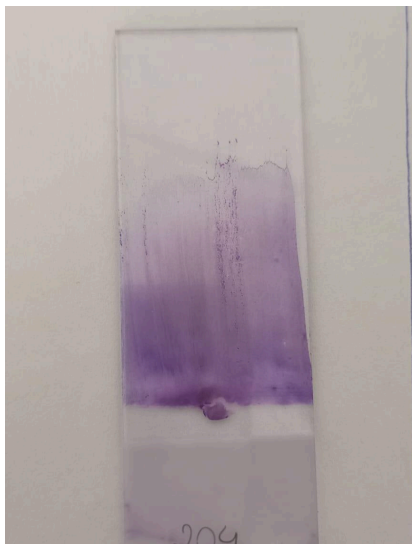


Fonte: Autora (2026).

Após centrifugação e mensuração do hematócrito, a camada leucocitária (*Buffy coat*) dos tubos serviu para a confecção de esfregaços (Murray *et al.*, 1977; Desquesnes *et al.*, 2022a), os quais, após corados com panótico rápido de três soluções (Figura 3), foram

cuidadosamente examinados ao microscópio óptico a 40x para identificação de tripanossomas (Silva *et al.*, 2002).

Figura 3- Esfregaço sanguíneo confeccionado com a camada leucocitária (*Buffy coat*) do microhematócrito como etapa do diagnóstico parasitológico direto para pesquisa de *Trypanosoma vivax*



Fonte: Autora (2026).

A escolha dessas técnicas fundamentou-se no fato de permitirem a detecção direta de tripanossomas no sangue periférico, sendo especialmente indicadas para a identificação de infecções ativas, principalmente na fase aguda da tripanossomose bovina, quando a parasitemia tende a ser mais elevada (Desquesnes *et al.*, 2017). A técnica de Woo caracteriza-se por ser um método rápido, de fácil execução e de baixo custo, amplamente empregado em estudos de campo (Woo, 1970; Desquesnes *et al.*, 2022a). A associação com o exame da camada leucocitária se fundamenta no fato de que a centrifugação do sangue possibilita a concentração dos parasitas nessa fração (Murray *et al.*, 1977; Silva *et al.*, 2002).

4.4 Diagnóstico parasitológico indireto para a pesquisa de anticorpos contra *Trypanosoma vivax*

Em virtude de limitações financeiras, a realização dos exames sorológicos para o diagnóstico indireto de *Trypanosoma vivax* não pôde abranger a totalidade dos animais pertencentes aos dois rebanhos leiteiros estudados. Dessa forma, foram analisadas amostras de soro provenientes de 19 animais, selecionados de maneira aleatória da propriedade “B”. Ressalta-se que todas as amostras submetidas à sorologia eram oriundas de uma única propriedade rural da região estudada (propriedade B), o que configura uma amostragem

parcial, porém representativa, considerando-se os critérios de aleatoriedade adotados para a seleção.

A reação de imunofluorescência indireta (RIFI) foi utilizada como método de diagnóstico sorológico, tendo como critério de escolha sua capacidade de detectar anticorpos específicos anti-*Trypanosoma vivax* no soro dos animais avaliados (Platt e Adams, 1976). Essa técnica é indicada para a identificação de infecções crônicas ou progressas, nas quais a parasitemia pode ser baixa ou ausente, limitando a eficácia dos métodos parasitológicos diretos (Afonso, 2019). Além disso, o teste de RIFI é um método barato e viável como diagnóstico sorológico para o *T. vivax* (Pinho, 2018). Dessa forma, a RIFI permite a avaliação da resposta imunológica do hospedeiro e é amplamente empregada em estudos epidemiológicos, contribuindo para uma abordagem diagnóstica mais abrangente da tripanossomose bovina.

As amostras biológicas coletadas foram transportadas em condições adequadas a um laboratório de Protozoologia da Escola de Veterinária da UFMG, onde foram analisadas por Reação de Imunofluorescência Indireta (RIFI). Este método baseia-se na capacidade de anticorpos presentes no soro reagirem com antígenos fixados em lâminas, sendo posteriormente visualizados por meio de fluorocromos que emitem luz sob microscopia adequada.

Para execução da RIFI, utilizaram-se *Trypanosoma vivax* inteiros, previamente obtidos de um animal inoculado, fixados em uma lâmina. Ao serem expostas a anticorpos anti-IgG presentes no soro bovino, marcados por fluoresceína, as lâminas de animais positivos evidenciam fluorescência quando analisadas à luz ultravioleta proveniente de microscópio de imunofluorescência epifluorescente com aumento de 200x e 400x, examinando-se todos os campos da circunferência (Luckins e Mehlitz, 1978; Pinho, 2018).

4.5 Análise estatística

Os dados foram tabulados no *software* Planilhas Google®, procedendo-se à análise estatística descritiva, de frequências absolutas e relativas dos resultados, para melhor compreensão das distribuições observadas.

4.6 Estratégias de vigilância e controle

Visando integrar os achados e subsidiar a proposição de estratégias de vigilância e controle adaptadas à realidade, buscou-se desenvolver uma matriz de risco de caráter conceitual e exploratório, baseada em indicadores epidemiológicos e operacionais descritos na

literatura como relevantes para a dinâmica de transmissão de *Trypanosoma vivax* (Germano *et al.*, 2018; Caramori *et al.*, 2022; Lima *et al.*, 2025). Esse enfoque encontra respaldo em estudos anteriores, nos quais outros autores também elaboraram matrizes de risco para doenças infecciosas, demonstrando a aplicabilidade desse tipo de ferramenta na avaliação de riscos e na priorização de ações de saúde pública (Shang *et al.*, 2024, Pimenta *et al.*, 2025).

A estruturação da matriz de risco possibilita uma utilização futura como instrumento de monitoramento contínuo, permitindo que as propriedades ou instituições envolvidas acompanhem variações no risco ao longo do tempo e identifiquem precocemente mudanças no cenário epidemiológico. Assim, a matriz é apresentada como ferramenta teórica que pode ser incorporada a sistemas de vigilância permanentes na região, devendo ser interpretada como instrumento preventivo construído a partir de uma linha de base local, passível de reavaliação e atualização conforme a incorporação de novos dados epidemiológicos e operacionais das propriedades.

Os indicadores utilizados na elaboração da matriz de risco foram:

- Detecção laboratorial (resultado das análises parasitológicas e/ou sorológicas);
- Histórico clínico de casos compatíveis com tripanossomose nos últimos 12 meses;
- Carga vetorial percebida na propriedade (presença e intensidade de insetos hematófagos);
- Boas práticas sanitárias relacionadas ao uso de agulhas, seringas e manejo coletivo;
- Localização geográfica (proximidade a áreas de maior circulação vetorial ou propriedades positivas);
- Grau de movimentação animal (considerando entrada recente de novos animais sem controle sanitário).

Cada indicador foi previamente categorizado em três níveis qualitativos (baixo, moderado ou elevado risco), sendo posteriormente convertidos em escores numéricos (*score* 1, *score* 2 e *score* 3, respectivamente). Contudo, reconhecendo que os fatores contribuem de maneira distinta para o risco epidemiológico, foram atribuídos pesos específicos a cada indicador. Para a definição desses pesos, consideraram-se a relevância epidemiológica descrita na literatura (Batista *et al.*, 2018; Germano *et al.*, 2018; Caramori *et al.*, 2022), o

potencial de disseminação da doença associado a cada fator e a coerência com observações de campo e com o perfil produtivo geral das propriedades da região.

Nessa perspectiva, indicadores diretamente ligados à presença do parasita, como detecção laboratorial e histórico clínico, receberam peso 3, por representarem evidência concreta de circulação do agente e refletirem de forma imediata o risco para o rebanho. Indicadores que modulam a propagação do parasita, mas de forma indireta, como ocorrência de vetores, boas práticas sanitárias e grau de movimentação animal, receberam peso 2, uma vez que influenciam significativamente a probabilidade de transmissão; porém, dependem de fatores complementares, como densidade vetorial, consistência das medidas de manejo, presença do agente e frequência de movimentação dos animais. Por fim, a localização geográfica recebeu peso 1, considerando que atua como fator estrutural ou ambiental que pode facilitar a introdução da doença, mas cuja relação com a ocorrência imediata de infecção é menos direta.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Hematócrito como indicador de alterações hematológicas

Dos 70 bovinos avaliados, a média dos valores de hematócrito obtida foi de 36%. A grande maioria (97,1%) apresentou valores de hematócrito dentro do intervalo de referência estabelecido para a espécie, compreendido entre 24% e 46% (Wood *et al.*, 2010; Santos e Alessi, 2016; Veloso *et al.*, 2025). Apenas dois animais (2,9%) exibiram valores acima do parâmetro de referência (54% e 58%).

O hematócrito é um indicador direto da capacidade do sangue de transportar oxigênio, refletindo a quantidade relativa de hemácias circulantes (Amoudruz *et al.*, 2024). Valores dentro do intervalo de referência indicam manutenção adequada da massa eritrocitária e da oxigenação tecidual, características compatíveis com animais clinicamente saudáveis. Na tripanossomose bovina, a anemia é um dos principais sinais hematológicos da doença, resultante de múltiplos fatores, incluindo a destruição de hemácias pelo parasita e alterações imunológicas e metabólicas associadas à infecção (Mbaya *et al.*, 2012; Sudan *et al.*, 2023). Nesse contexto, a observação de que 97,1% dos bovinos avaliados apresentaram hematócrito dentro do intervalo de referência (24%–46%) sugere que a população estudada não apresentava anemia associada à tripanossomose bovina.

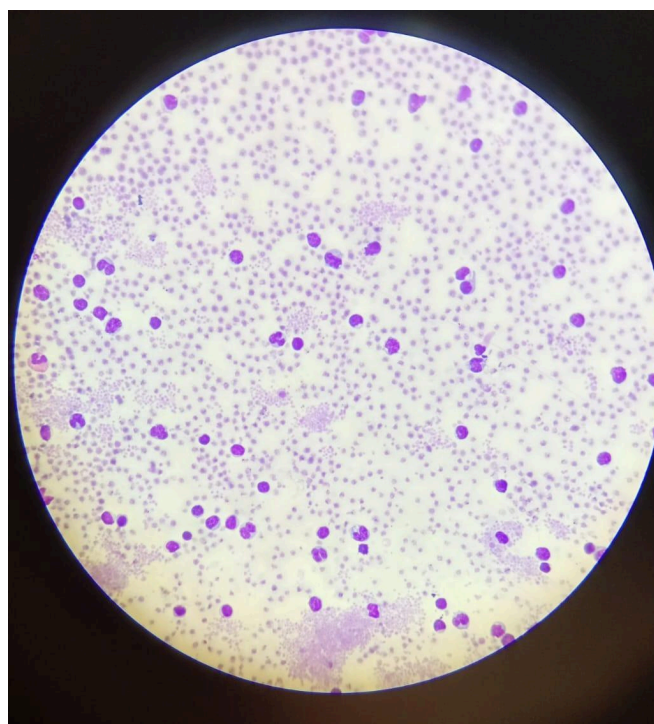
Ademais, levando em conta tanto a fisiologia da espécie quanto os fatores de manejo e ambientais envolvidos, os dois animais (2,9%) que exibiram valores de hematócrito

acima da referência são fortemente sugestivos de eritrocitose relativa (Valle e Contreras, 2021). Nessa perspectiva, é importante considerar que o manejo relacionado à contenção e movimentação dos animais durante o processo de coleta pode ter contribuído para respostas fisiológicas de estresse, potencializando a contração esplênica e, conseqüentemente, o aumento transitório do hematócrito. Somado a isso, as condições ambientais no dia da coleta, incluindo possível estresse térmico, podem ter favorecido graus variáveis de desidratação, o que também se enquadra entre os mecanismos clássicos de eritrocitose relativa (Roland *et al.*, 2014). Esses achados reforçam a importância de integrar exames laboratoriais, histórico clínico e monitoramento de fatores de risco para uma avaliação completa do estado sanitário do rebanho.

5.2 Parasitológico direto para a pesquisa de *Trypanosoma vivax*

Nenhuma das 70 amostras avaliadas (Figura 4) demonstrou estruturas compatíveis com *Trypanosoma vivax*, resultando em 100% de negatividade no exame parasitológico direto.

Figura 4- Campo microscópico de esfregaço da camada leucocitária (*Buffy coat*), observado em microscópio óptico sob aumento de 40×, utilizado como método parasitológico para pesquisa de *Trypanosoma vivax*



Fonte: Autora (2026)

A ausência de resultados positivos no exame parasitológico direto pelo método de Woo, associado ao esfregaço de *Buffy coat*, pode ser interpretada à luz dos achados hematológicos observados no presente estudo. Considerando que 97,1% dos bovinos avaliados apresentaram valores de hematócrito dentro do intervalo de referência para a espécie, infere-se que o grupo estudado não apresentava anemia clínica significativa, uma das principais alterações associadas à infecção por *Trypanosoma vivax* (Sudan *et al.*, 2023). Além disso, os métodos parasitológicos diretos apresentam maior sensibilidade em situações de parasitemia elevada, sendo mais eficazes na detecção do parasita durante fases agudas da infecção ou em estágios iniciais da fase crônica, quando a carga parasitária circulante ainda é detectável (Desquesnes *et al.*, 2017; Melo-Junior *et al.*, 2024). Dessa forma, a associação entre hematócrito dentro da normalidade e ausência de detecção parasitológica sugere que os animais avaliados não se encontravam em fase aguda da infecção no momento da coleta, reforçando a interpretação de ausência de tripanossomose clínica nos rebanhos estudados.

Entretanto, é importante destacar que um resultado negativo no exame parasitológico direto não significa, de forma inequívoca, ausência de infecção. Conforme descrito na literatura, a tripanossomose pode cursar com períodos de parasitemia baixa ou intermitente, nos quais o parasita permanece indetectável por métodos parasitológicos diretos, mantendo o animal como potencial portador (Desquesnes *et al.*, 2022a). Assim, embora os achados laboratoriais e clínicos apontem para baixo risco de infecção ativa no grupo avaliado, os resultados reforçam a importância da utilização de abordagens diagnósticas complementares e da interpretação integrada entre exames laboratoriais, histórico clínico e fatores epidemiológicos para uma avaliação mais precisa do *status* sanitário do rebanho.

5.3 Parasitológico indireto para a pesquisa de anticorpos contra *Trypanosoma vivax*

Os resultados sorológicos obtidos no presente estudo, a partir da reação de imunofluorescência indireta (RIFI), demonstraram que todas as 19 amostras analisadas apresentaram resultados negativos para anticorpos contra *Trypanosoma vivax*, sugerindo ausência de exposição prévia detectável, bem como ausência de animais portadores da infecção subclínica. Esse achado é particularmente relevante quando considerado à luz de estudos prévios, como o realizado por Melo-Junior *et al.* (2024), que revelaram a persistência de anticorpos anti-*T. vivax* por até 924 dias pós-infecção. Dessa forma, a ausência de anticorpos nos animais avaliados pode indicar que estes não foram expostos ao parasita em

um período relativamente longo anterior à coleta, reforçando a hipótese de baixa circulação do agente na área estudada.

Além disso, os resultados negativos observados podem estar relacionados a fatores de manejo adotados na propriedade avaliada, os quais contribuem potencialmente para a redução do risco de infecção por *T. vivax*. Práticas como o controle de vetores mecânicos e condições higiênico-sanitárias favoráveis são descritas na literatura como fatores que podem influenciar a dinâmica de transmissão da doença (Lima *et al.*, 2025; Caramori *et al.*, 2022). Contudo, uma vez que tais variáveis não foram avaliadas diretamente no presente estudo, essa associação deve ser interpretada com cautela, sendo considerada apenas como uma hipótese explicativa para os achados observados.

Os resultados negativos obtidos tanto nos exames parasitológicos quanto nos sorológicos para *Trypanosoma vivax* não devem ser interpretados como ausência de relevância científica. Pelo contrário, esses achados apresentam grande importância no contexto epidemiológico e de monitoramento sentinela da região estudada, uma vez que permitem caracterizar a situação sanitária local no período avaliado. Em áreas onde *T. vivax* é considerado emergente ou com histórico de surtos, como é o caso de Minas Gerais (Meneses, 2016; Reis, 2017; Lima *et al.*, 2025), esse tipo de informação é fundamental para o estabelecimento de uma linha de base epidemiológica, possibilitando comparações futuras e a identificação precoce de mudanças no padrão de circulação do agente.

Meneses (2016) demonstrou a existência de um elevado número de rebanhos soronegativos no estado de Minas Gerais, evidenciando que grande parte da população bovina permanece suscetível à infecção. Nesse cenário, a ausência de sororreatividade observada no presente estudo reforça não apenas a condição sanitária atual da região, mas também a vulnerabilidade epidemiológica dos rebanhos avaliados. Propriedades com histórico sanitário desconhecido ou rebanhos previamente livres da infecção são apontados como fatores epidemiológicos que favorecem a disseminação da tripanossomíase bovina, especialmente quando ocorre a introdução de animais infectados em populações susceptíveis (Silva *et al.*, 2002; Batista *et al.*, 2008; Riet-Correa *et al.*, 2025).

Dessa forma, os resultados negativos obtidos no monitoramento sentinela não indicam ausência de risco, mas sim a necessidade de vigilância contínua, considerando a possibilidade de introdução do agente por meio do trânsito animal e da presença de vetores mecânicos (Juchem, 2019; Riet-Correa *et al.*, 2025). Esses achados reforçam a importância do monitoramento como ferramenta estratégica para a prevenção e o controle da infecção por *T. vivax* na região estudada.

5.4 Estratégias de vigilância e controle

A partir dos indicadores epidemiológicos e operacionais identificados na literatura como relevantes para a dinâmica de transmissão de *T. vivax*, foi elaborada uma matriz de risco (Tabela 2) com caráter conceitual e exploratório. A matriz permite classificar as propriedades conforme seu nível potencial de risco (Baixo, Médio e Alto), de acordo com valores obtidos a partir da realidade.

Ressalta-se que a classificação de risco não se fundamenta exclusivamente na detecção laboratorial do agente em um momento pontual, mas na avaliação integrada de fatores de vulnerabilidade relacionados ao contexto produtivo, ao manejo sanitário e à presença de vetores mecânicos, que podem sustentar risco de ocorrência futura.

A matriz de risco elaborada neste estudo combinou indicadores laboratoriais, ambientais, operacionais e epidemiológicos, proporcionando uma avaliação integrada da vulnerabilidade das propriedades à transmissão de *Trypanosoma vivax*. Para cada indicador, estabeleceram-se pesos relativos à sua importância, na probabilidade de ocorrência da doença nos rebanhos.

Tabela 2 - Proposta de matriz de classificação de risco para tripanossomose bovina (*T. vivax*), aplicável em diferentes contextos produtivos

Indicador	Peso	Baixo	Médio	Alto	Referências
	(P)	(Score 1)	(Score 2)	(Score 3)	(Indicadores)
1. Detecção laboratorial (esfregaço e/ou sorologia)	3	0% de positividade	1–5% de positividade	>5% de positividade	Caramori <i>et al.</i> , 2022; Germano <i>et al.</i> , 2018; Riet-Correa <i>et al.</i> , 2025;
2. Histórico de tripanossomos e nos últimos 12 meses	3	Sem casos relatados	Histórico desconhecido	Casos clínicos confirmados com perdas (morte/aborto)	Silva <i>et al.</i> , 2002; Batista <i>et al.</i> , 2007; Batista <i>et al.</i> , 2008; Riet-Correa <i>et al.</i> , 2025;
3. Ocorrência de vetores hematófagos (moscas/mutucas)	2	Presença eventual e baixa densidade	Presença regular e moderada densidade	Alta infestação observada ou não controlada	Juchem, 2019; Lima <i>et al.</i> , 2025; Riet-Correa <i>et al.</i> , 2025;

Indicador	Peso	Baixo	Médio	Alto	Referências
	(P)	(Score 1)	(Score 2)	(Score 3)	(Indicadores)
4. Boas práticas sanitárias (agulhas, seringas, manejo coletivo)	2	Totalmente adequadas e individualizadas	Uso misto ocasional	Compartilham ento rotineiro e descarte inadequado	Bastos <i>et al.</i> , 2020; Alcindo <i>et al.</i> , 2022; Costa <i>et al.</i> , 2020; Leal <i>et al.</i> , 2025;
5. Grau de movimentação animal (entrada de novos animais)	2	Rebanho fechado	Entrada controlada com quarentena	Entrada livre ou sem controle sanitário	Pereira <i>et al.</i> 2018; Bastos <i>et al.</i> , 2020; Riet-Correa <i>et al.</i> , 2025;
6. Localização geográfica	1	Região sem histórico	Região com casos pontuais nos últimos anos	Região com histórico de surtos ou disseminação recente	Reis, 2017; Meneses, 2016; Riet-Correa <i>et al.</i> , 2025;

Fonte: Autora (2026).

A **detecção laboratorial** da tripanossomíase foi considerada como indicador na matriz de risco proposta, uma vez que o diagnóstico definitivo é determinante para a identificação da circulação ativa do parasito e para a adoção de medidas de controle e tratamento adequadas (Riet-Correa *et al.*, 2025). A utilização de métodos como esfregaços de *Buffy coat* e testes sorológicos permite não apenas diferenciar infecções subclínicas de manifestações clínicas inespecíficas, mas também posicionar a propriedade em um gradiente de risco epidemiológico.

A inclusão desse indicador mostra-se particularmente relevante diante do caráter frequentemente subdiagnosticado da tripanossomose bovina. Conforme discutido por Caramori *et al.* (2022), a inespecificidade dos sinais clínicos favorece a confusão com outras enfermidades, especialmente a Tristeza Parasitária Bovina, contribuindo para a disseminação silenciosa do *Trypanosoma vivax*. Nesse contexto, a literatura evidencia que somente a associação entre avaliação clínica e métodos parasitológicos, sorológicos ou moleculares é capaz de confirmar a circulação ativa do parasito (Germano *et al.*, 2018; Caramori *et al.*,

2022). Assim, a dimensão laboratorial, mais do que complementar, configura-se como um indicador indispensável em matrizes de risco voltadas ao monitoramento epidemiológico e à tomada de decisão sanitária.

A inclusão do **histórico de tripanossomose nos últimos 12 meses** como indicador na matriz de risco foi adotada com o objetivo de captar a circulação recente de *Trypanosoma vivax* na propriedade e o potencial de manutenção da cadeia de transmissão. Uma vez diagnosticada a doença, a interrupção da transmissão torna-se essencial para o controle (Riet-Correa *et al.*, 2025), sendo que a ocorrência prévia de casos clínicos ou surtos, conforme descrito na literatura, indica um cenário favorável à disseminação do parasito. Esse contexto, frequentemente, está associado a fatores epidemiológicos, como histórico sanitário desconhecido ou introdução de animais provenientes de rebanhos previamente livres da infecção (Silva *et al.*, 2002; Batista *et al.*, 2008). Além disso, em propriedades com registros recentes da enfermidade, deve-se considerar a possibilidade de evolução para a fase crônica da infecção, na qual animais assintomáticos podem atuar como portadores e reservatórios, contribuindo para a persistência do parasito no rebanho (Batista *et al.*, 2007). Dessa forma, o histórico recente de tripanossomose configura-se como um indicador estratégico para identificar áreas de maior risco, orientar ações de vigilância sanitária e subsidiar intervenções de controle, tornando a matriz de risco mais sensível à realidade epidemiológica e operacional de cada propriedade.

A **ocorrência de vetores**, definida pela presença e abundância de insetos hematófagos, foi incluída como indicador na matriz de risco por refletir o potencial ambiental para a transmissão mecânica do *Trypanosoma vivax*. A ocorrência da doença é fortemente favorecida pela presença de vetores, sobretudo indivíduos das famílias Muscidae (*Stomoxys calcitrans*) e Tabanidae (tabanídeos), que desempenham papel central na dinâmica de transmissão (Juchem, 2019). Nesse contexto, estudos demonstram associação entre a soropositividade para *T. vivax* e a presença de vetores como tabanídeos, *Stomoxys spp.* e *Haematobia irritans* (Lima *et al.*, 2025). Além disso, regiões com elevada abundância de *Stomoxys calcitrans*, como áreas próximas a usinas de açúcar e etanol que utilizam vinhaça como fertilizante, bem como locais com acúmulo de matéria orgânica, devem ser consideradas de alto risco para a tripanossomose bovina, em função do aumento da proliferação desses insetos (Riet-Correa *et al.*, 2025). Nesse sentido, segundo Cadioli *et al.* (2012), surtos de *Stomoxys calcitrans*, vetor do *Trypanosoma vivax*, podem ser desencadeados pela presença de plantações de cana-de-açúcar e, possivelmente, levar à disseminação do agente, independentemente da época do ano. Assim, a carga vetorial permite incorporar à

matriz de risco condições ecológicas e operacionais que favorecem a disseminação da doença, especialmente em sistemas de produção familiar com manejo extensivo e menor controle físico de vetores, complementando as informações obtidas por meio dos indicadores laboratoriais.

Quanto aos indicadores de manejo, como a **adoção de boas práticas sanitárias**, incluindo o descarte adequado de agulhas e a não reutilização de materiais perfurocortantes, foram incorporados à matriz de risco por permitirem avaliar o nível de biossegurança operacional das propriedades. Evidências da literatura demonstram que práticas inadequadas de manejo favorecem a disseminação do *Trypanosoma vivax*, especialmente quando associadas à introdução de animais portadores e ao uso rotineiro de ocitocina com uma única agulha e seringa para múltiplas vacas durante a ordenha, conforme descrito por Bastos *et al.* (2020). De forma semelhante, diversos surtos de tripanossomose bovina foram diagnosticados em rebanhos leiteiros associados à reutilização de agulhas entre animais (Costa *et al.*, 2020; Alcindo *et al.*, 2022). Além disso, a transmissão iatrogênica do parasito, por meio do uso de luvas de palpação retal contaminadas com sangue, foi comprovada experimentalmente, evidenciando o potencial de infecção de múltiplos animais quando esse material é reutilizado (Leal *et al.*, 2025). Dessa forma, fatores humanos e de manejo assumem papel crítico na dinâmica da doença, uma vez que procedimentos inadequados podem atuar como amplificadores da transmissão iatrogênica, reforçando a relevância desse indicador na composição da matriz de risco.

O **grau de movimentação animal** foi incluído como indicador na matriz de risco por determinar o potencial de introdução e disseminação do *Trypanosoma vivax* entre diferentes rebanhos. A relevância desse indicador é evidenciada pelo fato de que a maioria dos surtos está associada à introdução de bovinos portadores assintomáticos em rebanhos que, teoricamente, não possuíam anticorpos (Riet-Correa *et al.*, 2025). A entrada e saída frequentes de animais, como em leilões (Bastos *et al.*, 2020), especialmente quando realizadas sem quarentena ou avaliação sanitária prévia, aumentam significativamente a vulnerabilidade das propriedades, enquanto sistemas produtivos com baixa movimentação apresentam risco epidemiológico inferior. Em consonância, Pereira *et al.* (2018) relataram um surto no estado do Maranhão, no qual a introdução de animais provenientes de Minas Gerais e Pernambuco, aliada à presença de condições ambientais favoráveis aos vetores, configurou um cenário propício para a introdução e subsequente disseminação do parasito no rebanho. Assim, o grau de movimentação animal constitui um indicador estratégico, pois permite à matriz de risco

refletir tanto a probabilidade de introdução quanto o potencial de propagação da doença entre rebanhos.

Por fim, a **localização geográfica** da propriedade foi adicionada como indicador na matriz de risco por refletir a probabilidade de exposição ao *Trypanosoma vivax* e a vulnerabilidade a surtos da doença. A epidemiologia da tripanossomose bovina, no Brasil, apresenta marcante variação regional, o que impacta diretamente o risco de disseminação. Por exemplo, estudos indicam que o parasito mantém situação enzoótica estável na Amazônia e no Pantanal, circulando de forma contínua desde as décadas de 1970 e 1980 em búfalos, bovinos e ovinos, com predomínio de animais assintomáticos e baixa ocorrência de surtos explosivos (Riet-Correa *et al.*, 2025). Em contraste, a maior parte dos surtos ocorre quando bovinos são transportados entre áreas de estabilidade e áreas de instabilidade enzoótica, evidenciando a importância da localização na amplificação da doença (Riet-Correa *et al.*, 2025). No caso de Minas Gerais, embora haja infecção confirmada e relatos de surtos recentes, a prevalência permanece baixa, com grande número de rebanhos soronegativos e, portanto, susceptíveis à enfermidade (Reis, 2017; Meneses, 2016). Dessa forma, a inclusão da localização geográfica como indicador permite que a matriz de risco capture diferenças regionais de exposição e vulnerabilidade, tornando-a mais sensível à realidade epidemiológica de cada propriedade.

Dessa forma, espera-se que a matriz permita uma avaliação abrangente da vulnerabilidade quanto à transmissão de *T. vivax*, integrando diferentes dimensões do risco e oferecendo subsídios para a priorização de ações de vigilância e medidas de controle adaptadas à realidade produtiva local.

A proposta é que cada propriedade receba uma pontuação de risco, conforme os indicadores epidemiológicos e operacionais avaliados e seus respectivos pesos. O valor obtido representa um escore de risco de ocorrência da tripanossomose bovina, permitindo a comparação entre unidades avaliadas e a posterior estratificação em diferentes níveis de risco, com potencial aplicação no direcionamento de ações de vigilância e controle.

Neste estudo, as ações propostas são predominantemente preventivas e orientadas por risco. Assim, o termo “controle” é empregado no sentido de redução da probabilidade de ocorrência e mitigação de fatores predisponentes, e não como resposta a surto ativo.

Propõe-se que cada propriedade receba uma pontuação de risco, calculada a partir de indicadores epidemiológicos e operacionais previamente definidos e ponderados por seus respectivos pesos. O escore obtido expressa uma classificação de risco para ocorrência futura da tripanossomose bovina, permitindo a comparação entre as unidades avaliadas e a

estratificação em níveis de risco, com aplicação potencial no direcionamento de ações de vigilância e prevenção. As pontuações de risco estimadas pela matriz variaram de 13 a 39. Para a definição das categorias, a amplitude total foi organizada em três faixas de amplitude semelhantes, resultando nas classificações de baixo risco (13–21), risco moderado (22–30) e alto risco (31–39). Essa estratificação permitiu a interpretação do escore e a proposição de ações diferenciadas segundo o nível de risco (Tabela 3).

Tabela 3 - Proposta de ações de vigilância e controle recomendadas de acordo com diferentes classificações de risco para a tripanossomose bovina (*Trypanosoma vivax*)

Classificação de risco	Ações recomendadas
Risco baixo	Monitoramento periódico (sorologia/parasitologia); Manutenção de boas práticas sanitárias; Educação dos produtores sobre sinais clínicos e prevenção; Registro e monitoramento sanitário da introdução de animais do rebanho.
Risco moderado	Monitoramento laboratorial mais frequente (trimestral/semestral); Revisão e reforço das práticas sanitárias; Avaliação de controle vetorial (armadilhas, inseticidas); Registro e monitoramento sanitário da introdução de animais do rebanho; Educação dos produtores sobre sinais clínicos e prevenção.
Risco alto	Investigação epidemiológica detalhada da propriedade; Testagem completa do rebanho e tratamento de animais positivos; Ações de controle vetorial intensivas; Restrição de movimentação de animais até o controle da infecção (caso haja); Educação contínua e orientação técnica para os produtores.

Fonte: Autora (2026).

As ações recomendadas na Tabela 3 foram organizadas de forma graduada conforme a classificação de risco e se fundamentam nos princípios adotados em programas globais de controle da tripanossomíase animal, os quais se baseiam no controle de vetores, no

diagnóstico e, quando indicado, no tratamento (Desquesnes *et al.*, 2022b). Nesse contexto, o diagnóstico precoce, especialmente em situações de suspeita clínica ou ocorrência de surtos e com o uso combinado de técnicas laboratoriais, é fundamental para o controle da tripanossomose, possibilitando a adoção de estratégias de prevenção e mitigação de perdas produtivas (Riet-Correa *et al.*, 2025; Desquesnes *et al.*, 2022b; Pereira, 2018). O tratamento com tripanocidas pode ser considerado uma medida relevante, porém deve ser individualizado e baseado na confirmação laboratorial e associação com sinais clínicos (Stephen, 1986; Riet-Correa *et al.*, 2025). Nessa perspectiva, o “controle” aqui se refere à mitigação de fatores predisponentes e à redução da probabilidade de ocorrência, e não à resposta a surto ativo. Relatos de resistência de *T. vivax* ao cloreto de isometamídio, no Brasil (Castilho Neto *et al.*, 2021), reforçam a necessidade de medidas associadas, como estratégias consistentes de biossegurança e manejo sanitário, com ênfase na redução de vias de transmissão iatrogênica e na mitigação do risco vetorial, evitando a dependência exclusiva de intervenções medicamentosas.

Em áreas caracterizadas por instabilidade enzoótica, a adoção de precauções na introdução de novos bovinos nas propriedades é particularmente relevante (Riet-Correa *et al.*, 2025). Nesse cenário, o monitoramento sanitário assume papel central, pois permite a identificação de animais infectados, inclusive portadores subclínicos, reduzindo o risco de disseminação intra e inter-propriedades. A literatura aponta que a reutilização de agulhas, seringas e outros materiais perfurocortantes, assim como a realização de procedimentos rotineiros sem adequada higiene, está frequentemente associada à ocorrência de surtos da doença (Costa *et al.*, 2020; Alcindo *et al.*, 2022; Leal *et al.*, 2025). Assim, a revisão e o reforço das práticas sanitárias, especialmente a não reutilização de agulhas e seringas na administração de medicamentos injetáveis e vacinas, configuram-se como medidas essenciais de controle e profilaxia da tripanossomose bovina (Riet-Correa *et al.*, 2025).

O controle da carga vetorial também constitui um componente essencial nas estratégias de prevenção da tripanossomose bovina, sobretudo em áreas onde a transmissão mecânica por insetos hematófagos desempenha papel relevante (Riet-Correa *et al.*, 2025). Entre as medidas destacadas na literatura, estão a aplicação de diferentes classes de inseticidas, tanto diretamente nos animais quanto nos substratos onde se desenvolvem as larvas de *Stomoxys calcitrans*, além de estratégias de manejo físico. Estas incluem o uso de armadilhas, a manutenção rigorosa da higiene da propriedade e a implementação de programas de saneamento, com o objetivo de reduzir a abundância de vetores e,

consequentemente, a probabilidade de transmissão do parasito aos bovinos suscetíveis (Cook, 2020).

Por fim, considerando a importância da conscientização dos produtores, a educação sanitária contínua e a orientação técnica também devem ser incorporadas às propostas de vigilância e controle (Riet-Correa *et al.*, 2025). Dessa forma, o controle do *Trypanosoma vivax* deve ser compreendido como um processo multifatorial, dependente da integração entre diagnóstico, tratamento, manejo sanitário, controle de vetores e gestão da movimentação animal, em consonância com a realidade produtiva e epidemiológica de cada região.

5.5 Classificação de risco das propriedades

A avaliação final após aplicação da matriz de risco (Tabela 4) resultou em pontuação 21 para ambas as propriedades, consolidando a classificação de baixo risco (13–21).

Tabela 4 - Avaliação do risco das duas propriedades sentinelas para tripanossomose bovina em Medeiros - MG em 2025

Indicador	Peso (P)	Baixo (Score 1)	Médio (Score 2)	Alto (Score 3)	Avaliação (A)	Score Final (A x P)
1. Detecção laboratorial (esfregaço e/ou sorologia)	3	0% de positividade	1–5% de positividade	>5% de positividade	Propriedade A: 1 Propriedade B: 1	3
2. Histórico de tripanossomose nos últimos 12 meses	3	Sem casos relatados	Histórico desconhecido	Casos clínicos confirmados com perdas (morte/aborto)	Propriedade A: 2 Propriedade B: 2	6
3. Ocorrência de vetores hematófagos (moscas/mutucas)	2	Presença eventual e baixa densidade	Presença regular e moderada densidade	Alta infestação observada ou não controlada	*Propriedade A: 1 *Propriedade B: 1	2

Indicador	Peso	Baixo	Médio	Alto	Avaliação	Score Final
	(P)	(Score 1)	(Score 2)	(Score 3)	(A)	(A x P)
4. Boas práticas sanitárias (agulhas, seringas, manejo coletivo)	2	Totalmente adequadas e individualizadas	Uso misto ocasional	Compartilhamento rotineiro e descarte inadequado	Propriedade A: 3 Propriedade B: 3	6
5. Grau de movimentação do animal (entrada de novos animais)	2	Rebanho fechado	Entrada controlada com quarentena	Entrada livre ou sem controle sanitário	Propriedade A: 1 Propriedade B: 1	2
6. Localização geográfica	1	Região sem histórico	Região com casos pontuais nos últimos anos	Região com histórico de surtos ou disseminação recente	**Propriedade A: 2 **Propriedade B: 2	2

* Percepção dos proprietários; ** Dados não publicados (relatos de veterinários autônomos);

Fonte: Autora (2026).

Este resultado evidencia um cenário sanitário favorável, principalmente em função da ausência de detecção laboratorial do agente etiológico, da baixa pressão exercida pela movimentação animal e da reduzida densidade de vetores, permitindo inferir que, sob as condições avaliadas, o risco de ocorrência de tripanossomose bovina nas duas propriedades é baixo. Tal condição está relacionada ao fato de as propriedades apresentarem rebanho fechado, com reposição de animais realizada por meio da cria e recria de bezerras oriundas das próprias unidades produtivas, o que reduz o risco de introdução do agente.

No que se refere aos vetores hematófagos, ressalta-se que a avaliação de sua presença ainda demanda estudos posteriores, especialmente quanto à densidade populacional, podendo ser empregadas armadilhas entomológicas para esse fim (Silva, 2021; Phasuk *et al.*, 2025). Ademais, em relação ao indicador de localização geográfica, foi atribuído peso dois

com base em relatos de médicos veterinários autônomos que atuam na região, evidenciando a necessidade de estudos futuros que investiguem a ocorrência da doença em âmbito regional.

A matriz de risco deve ser considerada um instrumento preventivo, construído a partir de uma linha de base local, sendo que a classificação obtida pelas propriedades é passível de atualização à medida que novos dados epidemiológicos e operacionais sejam incorporados ou que ocorram mudanças em algum desses cenários. Avaliações de risco em saúde pública e animal são estruturadas com base nas informações disponíveis no momento da análise e, por isso, devem ser revisadas periodicamente sempre que novas evidências ou mudanças no cenário epidemiológico ocorram, garantindo maior precisão e utilidade das estimativas de risco (Morgan *et al.*, 2009).

6. LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS DE PESQUISAS FUTURAS

Os resultados obtidos devem ser interpretados como um indicativo preliminar da baixa circulação do parasita na região. Porém, a amostragem restrita e a análise sorológica de apenas uma parcela de amostras de uma propriedade impedem uma extrapolação dos resultados para outros rebanhos da região. Nessa perspectiva, estudos futuros com maior número de animais, inclusão de testes complementares, como PCR, e coletas repetidas em diferentes períodos do ano seriam importantes para confirmar estes achados e aprimorar o monitoramento de *T. vivax* em rebanhos leiteiros da região.

A matriz de classificação de risco desenvolvida constitui uma proposta inicial, pois oferece um arcabouço conceitual útil para orientar estratégias de vigilância e controle. Sua efetividade pode ser aprimorada com a incorporação de dados epidemiológicos mais robustos, informações sobre dinâmica vetorial e avaliações contínuas de desempenho, abrindo caminho para pesquisas futuras voltadas à validação, calibração de indicadores e adaptação da matriz para uso operacional em diferentes regiões e contextos epidemiológicos.

As perspectivas futuras envolvem uma atualização da real situação epidemiológica da tripanossomose bovina na cidade de Medeiros; além disso, espera-se que haja conscientização dos produtores frente à doença. Nesse sentido, espera-se contribuir para a produtividade do queijo canastra por meio da promoção da saúde animal no município.

7. CONCLUSÃO

O presente estudo realizou uma abordagem sentinela de *Trypanosoma vivax* em bovinos de duas propriedades de destaque na produção de queijos Canastra no município de Medeiros - MG. Os resultados negativos obtidos nos exames parasitológicos, aliados a valores

de hematócrito, majoritariamente dentro do intervalo de referência e sem evidência de anemia associada, indicam ausência de tripanossomose clínica nos rebanhos avaliados. De forma complementar, a ausência de sororreatividade na reação de imunofluorescência indireta (RIFI) sugere que os animais não apresentaram exposição prévia ao agente nem infecção subclínica detectável.

A matriz de classificação de risco proposta neste trabalho constitui uma ferramenta potencialmente útil para orientar estratégias de vigilância e controle da tripanossomíase bovina. Por meio da estratificação de risco, foi possível recomendar ações específicas de vigilância e controle de acordo com diferentes níveis de risco, oferecendo subsídios para que produtores e serviços oficiais de defesa sanitária animal adotem medidas preventivas e direcionadas. Sua utilização futura, aliada à ampliação da base de dados epidemiológicos, à inclusão de métodos diagnósticos complementares, como técnicas moleculares, e à realização de coletas em diferentes períodos do ano, poderá fortalecer a capacidade de detecção precoce do agente e a avaliação do risco sanitário dos rebanhos.

Dessa forma, os achados do presente estudo fornecem subsídios importantes para a elaboração de estratégias de monitoramento contínuo e prevenção da enfermidade, contribuindo para a promoção da saúde animal e para a sustentabilidade da produção leiteira local. Espera-se que os resultados também incentivem a conscientização dos produtores rurais e apoiem práticas de manejo que reduzam o risco de introdução e disseminação de *T. vivax*, com impactos positivos na produtividade e qualidade do queijo Canastra no município.

REFERÊNCIAS

ABRÃO, D. C.; CARVALHO, A. Ú. de; FACURY FILHO, E. J.; SATURNINO, H. M.; RIBEIRO, M. F. B. **Impacto econômico causado por *Trypanosoma vivax* em rebanho bovino leiteiro no estado de Minas Gerais.** *Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science*, Goiânia, v. 1, p. 672–676, 2009.

ADAMU, S.; USEH, M. N.; IBRAHIM, D. N.; NOK, A. J.; ESIEVO, K. A. N. **Erythrocyte surface sialic acid depletion as predisposing factor to erythrocyte destruction in sheep experimental model of African trypanosomosis: a preliminary report.** *Slovenian Veterinary Research*, v. 46, n. 1, p. 19–28, 2009.

AFONSO, M. C. C. **Prevalência de *Babesia bovis*, *Babesia bigemina*, *Anaplasma marginale* e *Trypanosoma vivax* em bezerros da região de Uberaba-MG.** 2019. 72 f. Dissertação (Mestrado em Sanidade e Produção Animal nos Trópicos) – Universidade de Uberaba, Uberaba, 2019.

ALCINDO, J. F.; VIEIRA, M. C. G.; ROCHA, T. V. P.; CARDINOT, C. B.; DESCHK, M.; AMARAL, G. G.; ARAUJO, R. F.; FRANCISCATO, C.; CASTILHO NETO, K. J. G. A.;

MACHADO, R. Z.; ANDRÉ, M. R. **Evaluation of techniques for diagnosis of *Trypanosoma vivax* infections in naturally infected cattle in the Zona da Mata Mineira.** Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 31, n. 1, e018021, 2022.

ALMEIDA, K. S.; FREITAS, F. L. C.; JORGE, R. L. N.; NOGUEIRA, C. A. S.; MACHADO, R. Z.; NASCIMENTO, A. A. **Aspectos hematológicos da infecção experimental por *Trypanosoma vivax* em ovinos.** Ciência Animal Brasileira, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 1121–1127, 2008.

ALMEIDA, K. S.; COSTA, A. F.; SILVA, P. C.; FAGLIARI, J. J.; MACHADO, R. Z.; NASCIMENTO, A. A. **Acute phase proteins: a potential approach for diagnosing chronic infection by *Trypanosoma vivax*.** Brazilian Journal Veterinary Parasitology, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 97-100, 2012.

ALTON, G. D.; PEARL, D. L.; BATEMAN, K. G.; McNAB, W. H.; BERKE, O. **Suitability of sentinel abattoirs for syndromic surveillance using provincially inspected bovine abattoir condemnation data.** BMC Veterinary Research, v. 11, 2015. DOI: 10.1186/s12917-015-0349-1

AMOUDRUZ, L.; ECONOMIDES, A.; KOUMOUTSAKOS, P. **The volume of healthy red blood cells is optimal for advective oxygen transport in arterioles.** Biophysical Journal, v. 123, n. 10, p. 1289–1296, 2024.

ANDRADE NETO, A. Q.; MENDONÇA, C. L.; SOUTO, R. J. C.; SAMPAIO, P. H.; FIDELIS JUNIOR, O. L.; ANDRÉ, M. R.; MACHADO, R. Z.; AFONSO, J. A. B. **Diagnostic, clinical and epidemiological aspects of dairy cows naturally infected by *Trypanosoma vivax* in the states of Pernambuco and Alagoas, Brazil.** Brazilian Journal of Veterinary Medicine, v. 41, e094319, 2019.

ARGENTINO, I. do N.; SANTOS, L. M. de A.; MATTOSINHO, R. de O. **Avaliação hematológica de bovinos através da venopunção da veia jugular e coccígea média.** Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública. UEM, Umuarama, v. 4, Suplem. 2, 2017.

AUTHEMAN, D.; CROSNIER, C.; CLARE, S.; *et al.* **An invariant *Trypanosoma vivax* vaccine antigen induces protective immunity.** Nature, v. 595, p. 96–100, 2021. DOI: 10.1038/s41586-021-03597-x.

BAKARI, S. M.; OFORI, J. A.; KUSI, K. A.; ANING, G. K.; AWANDARE, G. A.; CARRINGTON, M.; GWIRA, T. M. **Serum biochemical parameters and cytokine profiles associated with natural African trypanosome infections in cattle.** Parasites & Vectors, v. 10, n. 1, p. 312–324, 2017.

BALBER, A. E.; BANGS, J. D.; JONES, S. M.; PROIA, R. L. **Inactivation or elimination of potentially trypanolytic, complement-activating immune complexes by pathogenic trypanosomes.** Infection and Immunity, v. 24, n. 3, p. 617–627, 1979. DOI: 10.1128/iai.24.3.617-627.1979.

BARBIERI, J. M. *et al.* **Seroprevalence of *Trypanosoma vivax*, *Anaplasma marginale*, and *Babesia bovis* in dairy cattle.** Ciência Animal Brasileira, v. 17, n. 4, p. 564–573, 2016. DOI: 10.1590/1089-6891v17i434091.

BASTOS, T. S. A.; MADRID, D. M. C.; FARIA, A. M.; BESSA, L. C.; SOUZA, A. M.; LINHARES, G. F. C. **Detecção de *Trypanosoma vivax* por diferentes técnicas de diagnóstico parasitológico realizadas à campo.** *Ars Veterinaria*, [S. l.], v. 31, n. 2, p. 40, 2015.

BASTOS, T. S. A. *et al.* **First outbreak and subsequent cases of *Trypanosoma vivax* in the state of Goiás, Brazil.** *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 26, n. 3, p. 366–371, jul. 2017.

BASTOS, T. S. A.; FARIA, A. M.; COUTO, L. F. M.; NICARETTA, J. E.; CAVALCANTE, A. S. A.; ZAPA, D. M. B.; FERREIRA, L. L.; HELLER, L. M.; MADRID, D. M. C.; CRUVINEL, L. B.; ROSSI, G. A. M.; SOARES, V. E.; CADIOLI, F. A.; LOPES, W. D. Z. **Epidemiological and molecular identification of *Trypanosoma vivax* diagnosed in cattle during outbreaks in central Brazil.** *Parasitology*, v. 147, n. 12, p. 1313–1319, 2020. DOI: 10.1017/S0031182020001006.

BASSI, P. B.; ARAÚJO, F. F.; GARCIA, G. C.; SILVA, M. V.; OLIVEIRA, C. J. F.; BITTAR, E. R.; GOMES, M. S.; AMARAL, L. R.; SILVA, M. F. C. E.; NASCENTES, G. A.; RODRIGUES JUNIOR, V.; MARTINS-FILHO, O. A.; ARAÚJO, M. S.; BITTAR, J. F. F. **Parasitological and immunological evaluation of cattle experimentally infected with *Trypanosoma vivax*.** *Experimental Parasitology*, v. 185, p. 98–106, 2018.

BATISTA, J. S.; RIET-CORREA, F.; TEIXEIRA, M. M. G.; MADRUGA, C. R.; SIMÕES, S. D. V.; MAIA, T. F. **Trypanosomiasis by *Trypanosoma vivax* in cattle in the Brazilian semiarid: description of an outbreak and lesions in the nervous system.** *Veterinary Parasitology*, v. 143, 2007. DOI: 10.1016/j.vetpar.2006.08.017

BATISTA, J. S.; BEZERRA, F. S. B.; LIRA, R. A.; CARVALHO, J. R. G.; NETO, A. M. R.; PETRI, A. AA.; TEIXEIRA, M. M. G. **Aspectos clínicos, epidemiológicos e patológicos da infecção natural em bovinos por *Trypanosoma vivax* na Paraíba.** *Pesquisa Veterinária Brasileira*. V. 28, n. 1, p. 63-69. 2008.

BATISTA, J. S.; RODRIGUES, C. M. F.; OLINDA, R. G.; *et al.* **Highly debilitating natural *Trypanosoma vivax* infections in Brazilian calves: epidemiology, pathology, and probable transplacental transmission.** *Parasitology Research*, v. 110, p. 73–80, 2012.

BATISTA, J. S. *et al.* **Risk factors for trypanosomiasis by *Trypanosoma vivax* in cattle raised in Rio Grande do Norte state.** *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 85, p. e0232016, 2018.

BERTHIER, D.; BRENIÈRE, S. F.; BRAS-GONÇALVES, R.; LEMESRE, J. L.; JAMONNEAU, V.; SOLANO, P.; LEJON, V.; THÉVENON, S.; BUCHETON, B. **Tolerance to Trypanosomatids: a threat, or a key for disease elimination?** *Trends in Parasitology*, v. 32, n. 2, p. 157-168, Feb. 2016. DOI: 10.1016/j.pt.2015.11.001.

BEZERRA, F. S.; GARCIA, H. A.; ALVES, H. M.; OLIVEIRA, I.; SILVA, A. E.; TEIXEIRA, M. M.; BATISTA, J. S. ***Trypanosoma vivax* nos tecidos testicular e epididimário de ovinos experimentalmente infectados.** *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 28, p. 575-582, 2008.

BEZERRA, F. S. B.; BATISTA, J. S. **Efeitos da infecção por *Trypanosoma vivax* sobre a reprodução: uma revisão.** *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 2, n. 3, p. 61-66, 2008.

BOADA-SUCRE, A.; SPADAFORE, M. S. R.; TAVARES-MARQUES, L.; FINOL, H. J.; REYNA-BELLO, A. ***Trypanosoma vivax* adhesion to red blood cells in experimentally infected sheep**. Pathology Research International, v. 2016, 8 p., 16 May 2016. DOI: 10.1155/2016/4503214.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. **Diretriz brasileira para o cuidado e a utilização de animais em atividades de ensino ou de pesquisa científica – DBCA**. Organização: Márcia dos Santos Gonçalves; Antônio Américo Barbosa Viana. 1. ed. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2024. 64 p. ISBN 978-65-5471-019-0.

CADIOLI, F. A.; BARNABÉ, P. de A.; MACHADO, R. Z.; TEIXEIRA, M. C. A.; ANDRÉ, M. R.; *et al.* **First report of *Trypanosoma vivax* outbreak in dairy cattle in São Paulo state, Brazil**. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 21, p. 118-124, 2012.

CADIOLI, F. A.; FIDELIS JUNIOR, O. L.; SAMPAIO, P. H.; DOS SANTOS, G. N.; ANDRÉ, M. R.; CASTILHO, K. J.; MACHADO, R. Z. **Detection of *Trypanosoma vivax* using PCR and LAMP during aparasitemic periods**. Vet Parasitol, v. 214, n. 1-2, p. 174-177, 2015.

CAMEJO, M. I.; SPENCER, L. M.; NÚÑEZ, A. **TNF-alpha in bulls experimentally infected with *Trypanosoma vivax*: a pilot study**. Veterinary Immunology & Immunopathology, v. 162, n. 3-4, p. 192-197, 2014.

CARAMORI, C. H.; MAGALHÃES, G. M.; GRANDO, T. H. **Tripanossomíase no rebanho bovino brasileiro: uma breve revisão da literatura**. Veterinária e Zootecnia, v. 29, p. 1-9, 2022.

CASTILHO NETO, K. J. G. DE A. *et al.* **Follow-up of dairy cattle naturally infected by *Trypanosoma vivax* after treatment with isometamidium chloride**. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 30, n. 1, p. e020220, 2021.

COOK, D. **A historical review of management options used against the stable fly (Diptera: Muscidae)**. Insects, v. 11, p. 313, 2020.

COSTA, M. M.; SILVA, A. S.; WOLKMER, P.; ZANETTE, R. A.; FRANÇA, R. T.; MONTEIRO, S. G.; LOPES, S. T. A. **Serum proteinogram of cats experimentally infected by *Trypanosoma evansi***. Preventive Veterinary Medicine, Amsterdam, v. 95, n. 3-4, p. 301-304, 2010.

COSTA, R. V. C.; ABREU, A. P. M.; THOMÉ, S. M. G.; MASSARD, C. L.; SANTOS, H. A.; UBIALI, D. G.; BRITO, M. F. **Parasitological and clinical-pathological findings in twelve outbreaks of acute trypanosomiasis in dairy cattle in Rio de Janeiro state, Brazil**. Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports, v. 22, 2020, p. 100466. DOI: 10.1016/j.vprsr.2020.100466.

DAVIES, C. E.; ROBINS, R. S.; WELLER, R. D.; BROUDE, A. I. **Thrombocytopenia in experimental trypanosomiasis**. Journal of Clinical Investigation, v. 53, n. 1, p. 1359–1367, 1974.

DE JESUS, T. R. S.; MORAES, M. M. *Trypanosoma vivax* em bovino: relato de caso. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 9, n. 5, p. 3145–3153, 2023.

DESQUESNES M., *et al.* **Compendium of Diagnostic Protocols of the OIE Reference Laboratory for Animal Trypanosomoses of African Origin.** OIE Reference Laboratory for Animal Trypanosomoses of African origin. Montpellier, October 2017.

DESQUESNES, M. **Livestock trypanosomoses and their vectors in Latin America.** Paris: OIE & CIRAD, p. 190. 2004.

DESQUESNES, M.; GONZATTI, M.; SAZMAND, A.; THÉVENON, S.; BOSSARD, G.; BOULANGÉ, A.; GIMONNEAU, G.; TRUC, P.; HERDER, S.; RAVEL, S.; SERENO, D.; JAMONNEAU, V.; JITTAPALAPONG, S.; JACQUIET, P.; SOLANO, P.; BERTHIER, D. **A review on the diagnosis of animal trypanosomoses.** Parasites & Vectors, v. 15, n. 1, p. 64, 2022a. DOI: 10.1186/s13071-022-05190-1.

DESQUESNES, M.; SAZMAND, A.; GONZATTI, M. *et al.* **Diagnosis of animal trypanosomoses: proper use of current tools and future prospects.** Parasites & Vectors, v. 15, p. 235, 2022b. DOI: 10.1186/s13071-022-05352-1.

DEVINE, D. V.; FALK, R. J.; BALBER, A. E. **Restriction of the alternative pathway of human complement by intact *Trypanosoma brucei* subsp. *gambiense*.** Infection and Immunity, v. 52, n. 1, p. 223–229, 1986.

DUIJM, N. J. **Recommendations on the use and design of risk matrices.** *Safety Science*, v. 76, p. 21–31, 2015.

FEITOSA, Francisco Laydson F. (org.). **Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico.** 4 ed. Rio de Janeiro: Roca, 2022. 686 p. ISBN 9788527736152.

FERREIRA, A. V. F.; GARCIA, G. C.; DE ARAÚJO, F. F.; NOGUEIRA, L. M.; BITTAR, J. F. F.; BITTAR, E. R.; PANDOLFI, I. A.; MARTINS-FILHO, O. A.; GALDINO, A. S.; SILVA ARAÚJO, M. S. **Methods applied to the diagnosis of cattle *Trypanosoma vivax* infection: an overview of the current state of the art.** Current Pharmaceutical Biotechnology, v. 24, n. 3, p. 355–365, 2023. DOI: 10.2174/1389201024666221108101446.

FERREIRA, J. I. G. S.; DA COSTA, A. P.; NUNES, P. H.; RAMIREZ, D.; FOURNIER, G. F. R.; SARAIVA, D.; TONHOSOLO, R.; MARCILI, A. **New *Trypanosoma* species, *Trypanosoma gennarii* sp. nov., from South American marsupial in Brazilian Cerrado.** Acta Tropica, v. 176, p. 249–255, 2017. DOI: 10.1016/j.actatropica.2017.08.018.

FIDELIS JUNIOR, O. L.; *et al.* **Evaluation of clinical signs, parasitemia, hematologic and biochemical changes in cattle experimentally infected with *Trypanosoma vivax*.** Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 25, n. 1, p. 69–81, jan. 2016.

FRITZEN, A.; DE VITT, M. G.; DEOLINDO, G. L.; SIGNOR, M. H.; CORREA, N. G.; RIBEIRO, B. G.; MARQUES, J.; DAS NEVES, G. B.; MILETTI, L. C.; DA SILVA, A. S. **Outbreak of *Trypanosoma vivax* in dairy cows: hematologic, immunological and antioxidant responses before and after treatment with isometamidium chloride.** Pathogens, v. 14, n. 2, p. 143, 2025. DOI: 10.3390/pathogens14020143.

GAIA, F.; SOUZA, R. C.; SILVA, L. **New detection of the occurrence of trypanosomiasis in a bovine herd in a rural property in the state of Bahia/BA case report.** Revista Brasileira de Ciência Veterinária, v. 28, n. 3, p. 138–141, 1 jan. 2021.

GALIZA, G. J. N.; GARCIA, H. A.; ASSIS, A. C. O.; OLIVEIRA, D. M.; PIMENTEL, L. A.; DANTAS, A. F. M.; SIMÕES, S. V. D.; TEIXEIRA, M. M. G.; RIET-CORREA, F. **High mortality and lesions of the central nervous system in trypanosomosis by *Trypanosoma vivax* in Brazilian hair sheep.** Veterinary Parasitology, v. 182, p. 359–363, 2011.

GERMANO, P. H. V.; SILVA, A. A.; EDLER, G. E. C.; LOPES, M. C.; MODESTO, T. C.; REIS, J. A. **Tripanossomose bovina: revisão.** PubVet, v. 12, n. 8, p. a144, 2018. DOI: 10.31533/PUBVET.V12N8A144.1-6.

GIORDANI, F.; MORRISON, L. J.; ROWAN, T. G.; DE KONING, H. P.; BARRETT, M. P. **The animal trypanosomiasis and their chemotherapy: a review.** Parasitology, v. 143, n. 14, p. 1862–1889, 2016.

GONÇALVES, L. C. M.; NASCIMENTO, N. E. G.; DIAS, T. D.; ROIER, E. C. R.; MORAES, R. F. F.; ABREU, A. P. M. **Diagnóstico molecular de *Trypanosoma vivax* em amostras de sangue total bovinas enviadas ao Laboratório de Biologia Molecular da Universidade de Vassouras.** Revista Fluminense de Extensão Universitária, v. 13, n. 2, p. 28-32, 2023.

GUERRA, R. M. S. N. C.; FEITOSA JÚNIOR, A. B.; SANTOS, H. P.; ABREU-SILVA, A. L.; SANTOS, A. C. G. **Biometry of *Trypanosoma vivax* found in a calf in the state of Maranhão, Brazil.** Ciência Rural, v. 38, n. 3, p. 833-835, 2008.

HURTADO, O. J. B.; CASTRO, P. D. J.; GIRALDO-RÍOS, C. **Reproductive failures associated with *Trypanosoma (Duttonella) vivax*.** Veterinary Parasitology, v. 229, p. 54-59, 2016. DOI: 10.1016/j.vetpar.2016.09.017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Medeiros – MG: mapa municipal estatístico.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Escala 1:100.000. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_para_fins_de_levantamentos_estatisticos/censo_demografico_2022/mapas_municipais_estatisticos/MG/medeiros_3141306/medeiros_3141306_mme_a0.pdf. Acesso em: 3 nov. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades@: Medeiros (MG).** Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/medeiros/pesquisa/38/46996>. Acesso em: 28 set. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades@: Medeiros (MG).** Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/medeiros/panorama>. Acesso em: 28 set. 2025.

JONES, T. W.; DÁVILA, A. M. R. ***Trypanosoma vivax* - out of Africa.** Trends in Parasitology, v. 17, n. 2, p. 65-70, 2001.

JUCHEM, P. **Tripanossomíase bovina.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/199507>. Acesso em: 10 jun. 2025.

KUFFEL, C.; WERLE, C. H. **Tripanossomose em bovinos de leite: relato de caso.** Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 10, n. 10, p. 1619–1627, 2024.

LAZARRI RIGO, M. *et al.* **Investigação de *Trypanosoma vivax* e *Babesia bovis* em encéfalos de bovinos leiteiros no Rio Grande do Sul.** [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/handle/prefix/9901/INVESTIGA%C3%87%C3%83O%20DE%20TRYPANOSOMA%20VIVAX%20E%20BABESIA%20BOVIS%20EM%20ENC%C3%89FALOS%20DE%20BOVINOS%20LEITEIROS%20NO%20RIO%20GRANDE%20DO%20SUL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 2 jun. 2025.

LEAL, L. L. L. L.; BASTOS, T. S. A.; DE MORAIS, I. M. L.; HELLER, L. M.; SALVADOR, V. F.; TRINDADE, A. S. N.; COUTO, L. F. M.; ZAPA, D. M. B.; BITTENCOURT, R. B. M.; FERREIRA, L. L. *et al.* **First study confirming the transmission of *Trypanosoma vivax* in cattle through rectal palpation: how many animals can be infected by reusing the same procedure glove, and what role does iodine play as a disinfectant?** Veterinary Research Communications, v. 49, p. 93, 2025.

LEE, L. M.; TEUTSCH, S. M.; THACKER, S. B.; ST. LOUIS, M. E. **Principles and Practice of Public Health Surveillance.** 3. ed. New York: Oxford University Press, 2010.

LEMENS, S. M. P.; LOPES VAN BALEN, V. A.; RÖSELAERS, Y. C. M. *et al.* **The risk matrix approach: a helpful tool weighing probability and impact when deciding on preventive and diagnostic interventions.** BMC Health Services Research, v. 22, p. 218, 2022.

LINHARES, G. F. C.; DIAS FILHO, F. D.; FERNANDES, P. R.; DUARTE, S. C. **Tripanossomíase em bovinos no município de Formoso do Araguaia, Tocantins: relato de caso.** Ciência Animal Brasileira, v. 7, p. 455-460, 2006.

LIMA, A. C. N.; BITTAR, J. F. F.; NETO, O. S. P.; SANTOS, E. M. S.; DA SILVA, P. E. F.; SANTOS, H. O.; DE SOUZA, C. N.; DOS SANTOS, F. G.; DE ALMEIDA, A. C. **Prediction of the molecular action of *Trypanosoma vivax* on bovine reproductive parameters and risk factors associated with trypanosomiasis in northern Minas Gerais, Brazil.** Veterinary World, v. 18, n. 4, p. 837-850, 2025. DOI: 10.14202/vetworld.2025.837-850.

LIMA NETO, B. F. de. **Prevalência de *Trypanosoma vivax* em bovinos leiteiros dos estados da Paraíba e Ceará, com relato de surto em município cearense.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa, Sousa, 2024.

LUCKINS, A. G.; MEHLITZ, D. **Evaluation of an Indirect Fluorescent Antibody Test, Enzyme-Linked Immunosorbent Assay and quantification of immunoglobulins in the diagnosis of bovine trypanosomiasis.** Tropical Animal Health and Production, v. 10, p. 149–159, 1978.

MBAYA, A.; KUMSHE, H.; NWOSU, C. O. **The mechanism of anaemia in trypanosomosis: a review.** Anemia, In Tech, p. 269–282, 2012.

MCCULLOCH, R.; COBBOLD, C. A.; FIGUEIREDO, L.; JACKSON, A.; MORRISON, L. J.; MUGNIER, M. R.; PAPAVALIOU, N.; SCHNAUFER, A.; MATTHEWS, K. **Emerging**

challenges in understanding trypanosome antigenic variation. Emerging Topics in Life Sciences, v. 1, n. 6, p. 585–592, 2017. DOI: 10.1042/ETLS20170104.

MELO-JUNIOR, R. D.; BASTOS, T. S. A.; COUTO, L. F. M.; CAVALCANTE, A. S. A.; ZAPA, D. M. B.; DE MORAIS, I. M. L.; HELLER, L. M.; SALVADOR, V. F.; LEAL, L. L. L.; FRANCO, A. O.; MIGUEL, M. P.; FERREIRA, L. L.; CADIOLI, F. A.; MACHADO, R. Z.; LOPES, W. D. Z. **Trypanosoma vivax in and outside cattle blood: parasitological, molecular, and serological detection, reservoir tissues, histopathological lesions, and vertical transmission evaluation.** Research in Veterinary Science, v. 174, jul. 2024. DOI: 10.1016/j.rvsc.2024.105290.

MENESES, R. M. **Tripanossomose bovina em Minas Gerais, 2011: soroprevalência e fatores de risco.** Tese (Doutorado em Ciência Animal, Área de Concentração: Medicina e Cirurgia Veterinárias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

MEYER, D. J., COLES, H. E., RICH, L. J. **Medicina de laboratório veterinária: interpretação e diagnóstico.** São Paulo: Roca, 1995. 308p.

MISHRA, R. R.; SENAPATI, S. K.; SAHOO, S. C.; DAS, M. R.; SAHOO, G.; PATRA, R. C. **Trypanosomiasis induced oxidative stress and hemato-biochemical alteration in cattle.** Journal of Entomology and Zoology Studies, v. 5, n. 6, p. 721-727, 2017.

MONTEIRO, S. G. **Parasitologia na medicina veterinária.** 2. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2017. xviii, 351 p. ISBN 9788527731645.

MORGAN, D.; KIRKBRIDE, H.; HEWITT, K.; SAID, B.; WALSH, A. L. **Assessing the risk from emerging infections.** Epidemiology & Infection, v. 137, n. 11, p. 1521–1530, 2009.

MURRAY, M.; MURRAY, P. K.; MCINTYRE, W. I. **An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis.** Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, v. 71, p. 325-326, 1977.

OSÓRIO, A. L. A. R.; MADRUGA, C. R.; DESQUESNES, M.; SOARES, C. O.; RIBEIRO, L. R. R.; COSTA, S. C. G. da. **Trypanosoma (Duttonella) vivax: its biology, epidemiology, pathogenesis, and introduction in the New World - A review.** Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 103, n. 1, p. 1-13, Feb., 2008.

PAULA NETO, J. B. de. **Hemogramas de bovinos (Bos taurus) sadios da raça curraleiro de diferentes idades, machos e fêmeas, gestantes e não gestantes.** 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2004.

PHASUK, J.; JHAIUN, P.; RUNGCHALERMLAK, C.; NGUYEN, G. T.; CHIMNOI, W.; TONGYOO, P.; KAMYINGKIRD, K. **Comparison of colored sticky traps for Stomoxys calcitrans (Diptera: Muscidae) on dairy cattle farms in Saraburi province, Thailand.** Journal of Economic Entomology, Oxford, v. 118, n. 2, p. 959–965, 2025.

PEREIRA, H. D. *et al.* **Aspectos clínicos, epidemiológicos e diagnóstico da infecção por Trypanosoma vivax em rebanho bovino no estado do Maranhão.** Pesquisa Veterinária Brasileira, v. 38, n. 5, p. 896–901, maio 2018.

PEREIRA, L. J.; ABREU, A. C. V. V. **Ocorrência de tripanosomas em bovinos e ovinos na Região Amazônica.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 13, n. 3, p. 17–21, 1978. DOI: 10.1590/S1678-3921.pab1978.v13.16793.

PEREIRA, S. S.; JACKSON, A. P.; L. M. FIGUEIREDO. **Evolution of the variant surface glycoprotein family in African trypanosomes.** Trends in parasitology Elsevier BV; Volume: 38; Issue: 1 January 2022, Pages 23-36. 2022.

PIMENTA, I. T. *et al.* **Health surveillance at mass gatherings: experience report from the Strategic Health Surveillance Information Center in the city of Rio de Janeiro, 2024.** Epidemiologia e Serviços de Saúde, Brasília, v. 34, e20250212, 2025.

PINHO, A. A. **Avaliação da ação de desinfetantes e conservantes sobre a viabilidade de *Trypanosoma vivax* (ziemann, 1905) e validação da reação de imunofluorescência indireta – rifi como método de diagnóstico.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais - Instituto de Ciências Biológicas. Belo Horizonte, 2018.

PLATT, K. B.; ADAMS, L. G. **Evaluation of the indirect fluorescent antibody test for detecting *Trypanosoma vivax* in South American cattle.** Research in veterinary science, v. 21, n. 1, p. 53—58, 1976.

REIS, M. de O. ***Trypanosoma vivax* em bovinos de Minas Gerais: achados epidemiológicos, morfológicos e moleculares.** 2017. 40 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) — Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

RIET-CORREA, F.; KRÜGER, R. F.; AFONSO, J. A. B.; NEGRÃO, J. A. **Trypanosomosis by *Trypanosoma (Megatrypanum) vivax* in ruminants in Brazil: epidemiology, clinical signs, pathology, diagnosis, and control.** Veterinary Sciences, v. 12, n. 9, p. 882, 2025. DOI: 10.3390/vetsci12090882.

ROLAND, L.; DRILLICH, M.; IWERSEN, M. **Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine.** Journal of Veterinary Diagnostic Investigation, v. 26, n. 5, p. 592–598, 2014.

SAMOEL, G. V. A. *et al.* **Detection of anti-*Trypanosoma spp.* antibodies in cattle from southern Brazil.** Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 33, n. 1, p. e013723, 2024.

SAMPAIO, P. H. **Resposta imune-humoral e proteinogramas séricos de bovinos naturalmente infectados por *Trypanosoma vivax*.** 2013. 42 f. Dissertação (Mestrado) — Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

SANTOS, R. de L.; ALEESSI, A. C. **Patologia Veterinária.** 2. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016.

SCHWEDE, A.; MACLEOD, O. J.; MACGREGOR, P.; CARRINGTON, M. **How does the VSG coat of bloodstream form African trypanosomes interact with external proteins?** PLoS Pathogens, v. 11, n. 12, p. e1005259, 2015. DOI: 10.1371/journal.ppat.1005259.

SEKONI, V. O. **Reproductive disorders caused by animal trypanosomiasis: A review.** Theriogenology, v. 42, n. 4, p. 557-570, 1994.

SHANG, W.; WU, Y.; LIU, J.; LIANG, W.; LIU, M. **Application of an integrated risk matrix and the Borda count method on Lassa fever in assessing the importation risk of EID – 9 African countries, 1996-2023.** China CDC Weekly, v. 6, 2024.

SHAW, J. J.; LAINSON, R. ***Trypanosoma vivax* no Brasil.** Annals of Tropical Medicine and Parasitology, v. 66, p. 25–32, 1972. DOI: 10.1080/00034983.1972.11686794.

SIGNABOUBO, D.; PAYNE, V. K.; MOUSSA, I. M. A.; HASSANE, H. M.; BERGER, P.; KELM, S.; SIMO, G. **Diversity of tsetse flies and trypanosome species circulating in the area of Lake Iro in southeastern Chad.** Parasites & Vectors, v. 14, n. 1, p. 293, 2021. DOI: 10.1186/s13071-021-04782-7.

SILVA, A. S.; COSTA, M. M.; POLENZ, F. M.; POLENZ, H. C.; TEIXEIRA, G. M. M.; LOPES, A. T. S.; MONTEIRO, G. S. **Primeiro registro de *Trypanosoma vivax* em bovinos no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.** Ciência Rural, v. 39, p. 2550-2554, 2009.

SILVA, A. S.; OLIVEIRA, B. C.; ZANETTE, A. R.; SOARES, C. D. M.; CORADINI, G.; POLENS, C. H.; SANTURIO, J.; MONTEIRO, S. G. **Ocorrência de *Trypanosoma evansi* em bovinos de uma propriedade leiteira no município de Videira, Santa Catarina.** Acta Scientiae Veterinariae, v. 35, p. 373-376, 2007.

SILVA, J. B. *et al.* **First detection of *Trypanosoma vivax* in dairy cattle from the northwest region of Minas Gerais, Brazil.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 75, n. 1, p. 153–159, jan. 2023.

SILVA, R. A.; SILVA, J. A.; SCHNEIDER, R. C.; FREITAS, J.; MESQUITA, D.; MESQUITA, T.; RAMIREZ, L.; RIVERA DÁVILA, A. M.; PEREIRA, M. E. **Outbreak of trypanosomiasis due to *Trypanosoma vivax* (Ziemann, 1905) in bovines of the Pantanal, Brazil.** Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 91, n. 5, p. 561-562, 1996.

SILVA, R. A. M. S.; SEIDL, A.; RAMIREZ, L.; DÁVILA, A. M. R. ***Trypanosoma evansi* e *Trypanosoma vivax* - Biologia, diagnóstico e controle.** Embrapa Pantanal, Corumbá, MS, Brasil, 2002.

SILVA, Tâmiris Aparecida dos Santos. **Dinâmica populacional de *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) e detecção da mutação *kdr-his*, associada à resistência a piretroides, em usinas sucroalcooleiras do estado de São Paulo.** 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2021.

SILVA, T. M.; OLINDA, R. G.; RODRIGUES, C. M.; CAMARA, A. C.; LOPES, F. C.; COELHO, W. A.; RIBEIRO, M. F.; FREITAS, C. I.; TEIXEIRA, M. M.; BATISTA, J. S. **Pathogenesis of reproductive failure induced by *Trypanosoma vivax* in experimentally infected pregnant ewes.** Veterinary Research, v. 44, p. 1, 2013.

SOUZA, A.; MALACCO, M.; ORTOLANI, M. B. **Guia prático da tripanossomose bovina no Brasil: definição, epidemiologia, diagnóstico e tratamento do *Trypanosoma vivax* em rebanhos brasileiros.** Campinas: Ceva, 2018. Disponível em: <https://milkpoint.com.br/arquivos/cartilha-do-veterinario.pdf>. Acesso em: 25 set. 2024.

STEPHEN, L. E. **Trypanosomiasis: a veterinary perspective.** Pergamon Press, New York. 533p. 1986.

STIJLEMANS, B.; CALJON, G.; VAN DEN ABBEELE, J.; VAN GINDERACHTER, J. A.; MAGEZ, S.; DE TREZ, C. **Immune evasion strategies of *Trypanosoma brucei* within the mammalian host: progression to pathogenicity.** *Frontiers in Immunology*, v. 7, p. 233, 2016. DOI: 10.3389/fimmu.2016.00233.

SUDAN, V.; SUMBRIA, D.; KAUR, J.; KOUR, R.; GUPTA, K. K. **The pathophysiology of trypanosomiasis associated anaemia: a multifactorial phenomenon.** *Int. J. Zoo Animal Biol.*, v. 6, n. 6, 000524, 2023.

VALLE, S. DE F.; CONTRERAS, L. V. Q. **Hematology and hematologic alterations in domestic ruminants.** *Revista Brasileira de Buiatria Exames Complementares*, Volume 4, Número 3, 2021. DOI:10.4322/2763-955X.2022.001

VELOSO, I. M.; SANTOS, M. P. dos; COSTA FILHO, A. R.; SILVA, T. A. S. da; COSTA, P. E. R.; SILVA JUNIOR, W. C.; BARRETO, Y. M.; CUNHA, R. D. da S.; CUNHA, P. H. J. da; FERNANDES, J. J. de R. **Avaliação de parâmetros hematológicos em bovinos confinados.** *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, [S. l.], v. 8, n. 4, p. e84226, 2025.

WOO, P. T. **The haematocrit centrifuge technique for the diagnosis of African trypanosomiasis.** *Acta Tropica*, v. 27, n. 4, p. 384–386, 1970

WOOD, D.; QUIROZ-ROCHA, G. F. **Normal Hematology of cattle.** In: WEISS, D. J.; WARDROP, K. J. *Schalm's Veterinary Hematology*. 6. ed. Iowa: Blackwell, 2010. c.107, p. 829-833.