

## **Trypanosoma vivax: uma breve revisão**

### **Trypanosoma vivax: a brief review**

DOI:10.34117/bjdv7n11-510

Recebimento dos originais: 26/10/2021

Aceitação para publicação: 26/11/2021

#### **Giovanna Stefani Nosberto Castelli**

Graduada em Medicina Veterinária pela Universidade Santo Amaro

Instituição: Universidade Santo Amaro

Endereço: Prof. Eneas de Siqueira Neto, 380, Jardim das Imbuías, São Paulo

E-mail: giovannastefani@estudante.unisa.br

#### **Ryan Emiliano da Silva**

Mestre em Ciências pela Universidade de São Paulo

Instituição: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo

Endereço: Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, 87, Cidade Universitária, São Paulo

E-mail: ryanemiliano@usp.br

#### **Andrea Pereira da Costa**

Doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão

Endereço: Cidade Universitária Paulo VI. C.P. 09- UEMA, São Luís – MA

E-mail: andrea.costa@professor.uema.br

#### **Arlei Marcili**

Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo

Instituição: Universidade Santo Amaro

Endereço: Prof. Eneas de Siqueira Neto, 380, Jardim das Imbuías, São Paulo - SP

E-mail: amarcili@prof.unisa.br

### **RESUMO**

*Trypanosoma vivax* é o protozoário causador da tripanossomose bovina, doença que afeta ruminantes em geral e que pode provocar quadros de anemia, queda reprodutiva, aborto, diminuição da produção leiteira e morte dos animais levando a grandes perdas econômicas. O presente estudo visa descrever as características clínicas e epidemiológicas, do vetor, formas de transmissão e diagnóstico e controle da tripanossomose bovina causada por *T. vivax* no Brasil.

**Palavras-chaves:** Parasitárias, vetores, bovinos, *Duttonella*.

### **ABSTRACT**

*Trypanosoma vivax* is the protozoan that causes bovine trypanosomiasis, a disease that affects ruminants in general and can cause anemia, reproductive decline, abortion, decreased milk production and death of animals leading to large economic losses. The present study aims to describe the clinical and epidemiological characteristics of the

vector, forms of transmission and diagnosis and control of bovine trypanosomiasis caused by *T. vivax* in Brazil.

**Keywords:** Parasitic, vectors, cattle, *Duttonella*.

## 1 INTRODUÇÃO

A tripanossomose causada por *Trypanosoma vivax* (Ziemann, 1905) é uma doença altamente debilitante, de origem africana, muitas vezes fatal para bovinos e pequenos ruminantes, ocasionando perdas econômicas e afetando de forma significativa a pecuária (RODRIGUES et al., 2013; CADIOLI et al., 2012; DYONISIO et al., 2020). No Brasil, foi relatada pela primeira vez em 1946, desde então vem sendo registrada em estados das diversas regiões do país, causando inúmeros prejuízos associado tanto as mortes dos animais quanto a infertilidade, aborto, retardo no crescimento dos bezerros e déficit produtivo (BATISTA et al., 2007; CARVALHO et al., 2008).

*T. vivax* é o protozoário causador da tripanossomose bovina sendo transmitido na América Central e do Sul de forma mecânica principalmente por dípteros hematófagos dos gêneros *Tabanus* sp. e *Stomoxys* sp. A doença pode ser transmitida também de forma iatrogênica através do uso compartilhado de agulhas e seringas (LOPES et al., 2018).

Os sinais clínicos comumente observados nos animais infectados são anemia, febre, perda de peso, letargia, diminuição da produção leiteira, queda na fertilidade e aborto, sintomatologia comum a outras hemoparasitoses o que acaba dificultando o diagnóstico e o tratamento correto nos rebanhos (CARVALHO et al., 2008; ANDRADE et al., 2019).

O objetivo desta revisão é reunir informações a respeito da tripanossomose bovina causado por *T. vivax*, discutindo a respeito de sua etiologia, sintomatologia, técnicas diagnósticas e abordagens terapêuticas possíveis.

### Agente etiológico

*T. vivax* é um hemoparasito flagelado originário da África, pertencente ao filo Euglenozoa, ordem Kinetoplastida, família Trypanosomatidae e gênero *Trypanosoma* (HOARE, 1972).

O filo Euglenozoa é composto por organismos eucariotos unicelulares que apresentam variados formas de vida (organismos de vida livre, parasitas facultativos e

parasitas obrigatórios), e são classificados em três classes: Kinetoplastea, Euglenoidea e Diplonemea (KOSTYGOV et al., 2021).

A classe Kinetoplastea é dividida em duas subordens: Trypanosomatina e Bodonina, e é composta por protozoários flagelados que apresentam mitocôndria única e uma estrutura constituída por DNA circular (kDNA) denominada cinetoplasto, localizado na base flagela. (BICUDO; MENEZES, 2016).

Os bodonídeos apresentam dois flagelos localizados em lados opostos, cuja diversidade compreende diversas espécies de vida livre e ainda importantes parasitas de peixes (ZIKOVA, 2003). Já os tripanosomatídeos se caracterizam por possuírem flagelo único e por serem parasitas obrigatórios, cujos hospedeiros variam desde organismos vegetais, invertebrados e vertebrados de diversas ordens (KAUFER et al., 2017).

A depender das formas que apresentam durante seu desenvolvimento, os tripanosomatídeos são sistematicamente agrupados em diversos gêneros distintos. Quatorze destes gêneros (*Angomonas*, *Blechomonas*, *Jaenimonas*, *Blastocrithidia*, *Crithidia*, *Herpetomonas*, *Leptomonas*, *Kentomonas*, *Lafontella*, *Lotmaria*, *Paratrypanosoma*, *Sergeia*, *Strigomonas*, *Novymonas*, *Zelonia* e *Wallacemonas*) compreendem protozoários monoxênicos, onde requerem apenas um hospedeiro em seu ciclo de vida, e cinco gêneros heteroxênicos: *Phytomonas*, que alterna seu ciclo entre insetos fitófagos e hospedeiros vegetais e ainda *Leishmania*, *Porcisia*, *Endotrypanum* e *Trypanosoma* que alternam entre hospedeiros vertebrados e invertebrados (geralmente insetos hematófagos) (WALLACE, 1966; VOTÝPKA et al., 2013; VOTÝPKA et al., 2014; KOSTYGOV et al., 2014; HAMILTON et al., 2015; YURCHENKO et al., 2016; BARRATT et al., 2017; KAUFER et al., 2017; ESPINOSA et al., 2018).

O gênero *Trypanosoma* é dividido em duas secções: Salivaria e Stercoraria, de acordo com o local de desenvolvimento do parasita no hospedeiro invertebrado e da via de eliminação de sua forma infectante (HOARE, 1964), conforme apresentado na figura 01.

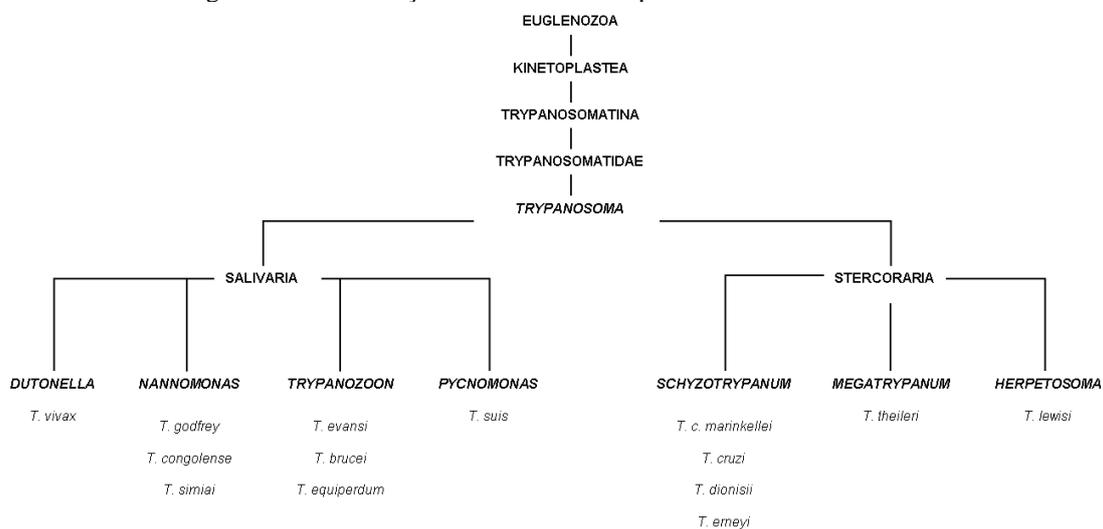
A seção Stercoraria inclui os subgêneros *Schizotrypanum* (espécie-tipo *Trypanosoma cruzi*), *Herpetosoma* (*Trypanosoma lewisi*) e *Megatrypanum* (*Trypanosoma theileri*), se caracterizando por um padrão de desenvolvimento que ocorre exclusivamente no tubo digestivo do inseto vetor, na qual as formas tripomastigotas metacíclicas são eliminadas através das fezes dos vetores infectados (HOARE, 1964; VICKERMAN et al., 1988; ACOSTA et al., 2014).

Na secção Salivaria as espécies se desenvolvem no tubo digestivo e nas glândulas salivares do vetor (exceto *T. vivax* que se desenvolve apenas nas glândulas salivares) e são transmitidas de forma inoculativa através do repasto sanguíneo. Essa secção compreende os subgêneros *Trypanozoon* (espécie tipo *Trypanosoma brucei*), *Pycnomonas* (espécie tipo *Trypanosoma suis*) e *Nannomonas* (espécie tipo *Trypanosoma congolense*), e *Duttonella* (espécie tipo *Trypanosoma vivax*) (HOARE, 1964; CORTEZ et al., 2006).

*T. vivax* é um parasita pleomórfico cuja forma varia durante o ciclo biológico, sendo que a forma tripomastigota é encontrada na corrente sanguínea dos hospedeiros vertebrados, principalmente bovinos, bubalinos, ovinos e caprinos, e a forma epimastigota é encontrada nos dípteros do gênero *Glossina* (moscas tsé-tsé), único hospedeiro invertebrado onde há a multiplicação do parasito (MARTINS et al., 2008).

Morfológicamente este protozoário se caracteriza pela presença de membrana ondulante desenvolvida, flagelo livre, e grande cinetoplasto situado na extremidade posterior (variando entre uma forma circular e elíptica), sendo uma importante característica diagnóstica em esfregaços sanguíneos (HOARE, 1972; OSÓRIO et al., 2008; GONZATTI et al., 2013).

Figura 01. Classificação taxonômica de tripanosomas de mamíferos.



Fonte: Adaptado HOARE, 1972

A primeira ocorrência autóctone de *T. vivax* na América ocorreu em 1919 em uma fazenda na Guiana Francesa (BATISTA et al., 2006) sendo que a teoria mais aceita é que o parasita tenha sido introduzido nas Américas em 1830 através de um rebanho bovino oriundo do Senegal trazido para os territórios da Guiana Francesa e das Ilhas de Martinica

e Guadalupe (WELLS, 1984). No Brasil o parasita foi relatado pela primeira vez em bovinos no estado do Pará em 1946 e posteriormente em um búfalo no mesmo estado (SHAW; LAINSON, 1972).

Entretanto, com o aumento do comércio e transporte de bovídeos os surtos da doença passaram a ser recorrentes em diversos estados do Brasil, tais como Tocantins (LINHARES et al., 2006), Maranhão (GUERRA et al., 2008), Minas Gerais (CARVALHO et al., 2008) e Rio Grande do Sul (SILVA et al., 2009), conforme detalhado na tabela 01.

Tabela 01. Ocorrência de *Trypanosoma vivax* em estados brasileiros.

UNIDADE FEDERATIVA	ANO DE OCORRÊNCIA	Nº DE ANIMAIS ACOMETIDOS	REFERÊNCIA
Pará	1972	1	SHAW; LAINSON, 1972
Mato Grosso	1995	10	SILVA et al., 1996
Mato Grosso	1997/1999	45	PAIVA et al., 2000
Paráíba	2002	64	BATISTA et al., 2007
Tocantins	2006	3	LINHARES ET AL., 2006
Minas Gerais	2007	1	CARVALHO et al., 2008
Maranhão	2008	1	GUERRA et al., 2008
São Paulo	2008	599	CADIOLI et al., 2012
Rio Grande do Sul	2009	1	SILVA et al., 2009
Pernambuco	2010	22	DE SOUZA PIMENTEL et al., 2012
Pernambuco	2013	286	GUERRA et al., 2013
Pernambuco	2013/2014	24	ONO et al., 2017
Pernambuco e Alagoas	2013/2014	103	ANDRADE et al., 2019
Rio Grande do Norte	2013/2014	42	BATISTA et al., 2018
Maranhão	2015	151	PEREIRA et al., 2018
Piauí	2015	1	LOPES et al., 2018

Goiás	2016	56	BASTOS et al., 2017
Minas Gerais	2016/2017	178	REIS et al., 2019
São Paulo	2017	47	KOETHER et al., 2017
São Paulo	2021	34	CASTILHO NETO et al., 2021

### Transmissão

O parasita se desenvolve na probóscide do vetor biológico (*Glossina* spp.), onde as formas tripomastigotas se diferenciam em epimastigotas no esôfago e faringe. Estas formas se multiplicam e sofrem nova diferenciação em tripomastigotas metacíclicas que por sua vez é a forma infectante transmitida através do repasto sanguíneo (HOARE, 1972; OSÓRIO et al., 2008)

As moscas do gênero *Glossina* (Diptera: Glossinidae) são restritas à região da África Subsaariana, exceto por duas regiões na península arábica. As espécies são divididas em 3 grupos de acordo com a sua distribuição geográfica: *G. morsitans* encontradas nas Savanas, *G. palpalis* encontrada nas áreas ripícolas e *G. fusca* encontradas nas áreas florestadas (GUARNERI; SILVA-CARDOSO; ATELLA, 2012; ORJI et al., 2015)

Na América Central e do Sul, *T. vivax* adaptou-se a transmissão mecânica, onde as formas sanguíneas do tripanossoma são transferidas de um mamífero para outro principalmente através de dípteros hematófagos pertencentes as famílias Tabanidae, Stomoxidae e Hippoboscidae, o que permitiu a disseminação da infecção e a manutenção do parasita na ausência do seu vetor biológico (HOARE, 1972; PAIVA et al., 2000; BATISTA et al., 2007). Sabe-se que o patógeno tem um tempo de sobrevivência reduzido no aparelho bucal do vetor mecânico e que a transmissão é diretamente afetada pelo nível de parasitemia dos hospedeiros vertebrados (GONZATTI et al., 2013).

Carrapatos da espécie *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* e *Amblyomma cajennense* e piolhos da espécie *Haematopinus tuberculatus* também já foram detectados positivos para a presença do parasito, entretanto seu papel no ciclo de transmissão mecânica de *T. vivax* é ainda desconhecido (BOLIVAR, 2013; DYONISIO et al., 2020)

Outra forma de transmissão é a iatrogênica, através de fômites, que ocorre principalmente pelo compartilhamento de seringas e agulhas contaminadas entre os

animais, hábito muito comum durante a aplicação de ocitocina em vacas leiteiras (BATISTA et al., 2012).

### **Sinais clínicos**

Os animais infectados variam de uma infecção crônica assintomática a uma doença altamente debilitante com alterações hematológicas, sinais neurológicos e óbito, variando em função de fatores associados ao parasita e ao hospedeiro, como imunidade, escore corporal e quantidade de formas infectantes inoculada (VENTURA et al., 2001; ANDRADE et al., 2019), sendo que o período de incubação da doença é variável, em cabras e ovelhas dura em torno de 4 a 12 dias e em bovinos de 9 a 14 dias (CHAMOND et al., 2010; DAGNACHEW; TESSEMA, 2015).

Os bovinos parasitados por *T. vivax* apresentam alta parasitemia durante a fase aguda da infecção, com sinais clínicos poucos específicos como redução na produção leiteira, apatia, anemia profunda, prostração, perda de peso, hipoglicemia, linfadenopatia, abortamentos, cegueira, sinais neurológicos caracterizados por tremores musculares, incoordenação motora e hipermetria (BATISTA et al., 2007; CARVALHO et al., 2008; SILVA et al., 2009; BATISTA et al., 2012). Animais em fase crônica podem apresentar edema e severa caquexia (SILVA et al., 1996).

Nas fêmeas, a tripanossomíase por *T. vivax* causa anestro temporário ou permanente, partos distócicos, aborto, filhotes com baixo escore corporal e declínio na produção de leite (OGWU et al., 1984; RODRIGUES et al., 2013). Estudos recentes em ovelhas demonstraram que a prenhez causa uma exacerbação da infecção, levando a uma parasitemia elevada e persistente, seguida de hipertermia. Distúrbios hormonais também são presentes e ocasionados pela degeneração do hipotálamo, hipófise e gônadas, o que resulta na diminuição da secreção de hormônios essenciais nos processos reprodutivos, um exemplo é a progesterona, que apresentou níveis séricos reduzidos em animais infectados (SILVA et al., 2013).

Nos machos *T. vivax* causa lesões principalmente em testículo e epidídimo, o que pode resultar em diminuição da libido, retardo da puberdade, queda na qualidade do sêmen e diminuição do volume seminal (SEKONI; REKWOT; BAWA, 2004).

### **Diagnóstico**

O diagnóstico da tripanossomíase pode ser realizado com base nos sinais clínicos associados a métodos parasitológicos, sorológicos e moleculares. O diagnóstico clínico é

baseado em sinais como: febre, anemia, palidez das mucosas, lacrimejamento, emagrecimento e diminuição da produtividade, porém esses sintomas podem ser confundidos com outras hemoparasitoses, como babesiose e anaplasmoses (HOARE, 1972; OSÓRIO et al., 2008; SNAK; OSAKI, 2019), por isso para diagnóstico definitivo é necessário a utilização de metodologias de maior acurácia.

Dentre os testes parasitológicos mais empregados no Brasil é possível citar o esfregaço sanguíneo, o método de microhematócrito de Woo, método de esfregaço sanguíneo com a camada leucocitária de *Buffy coat* e o aspirado de linfonodo, esta utilização é justificada pela facilidade de realização a campo e pelo menor custo, porém possuem uma baixa especificidade e sensibilidade principalmente quando a carga parasitária é baixa (WOO, 1970; MURRAY, 1977; SILVA et al., 2002; CORTEZ et al., 2009)

As principais técnicas sorológicas utilizadas atualmente são o teste imunoenzimático de ELISA e a Reação de Imunofluorescência Indireta (RIFI). O teste de ELISA indireto é bastante utilizado por ser simples e útil para avaliação de um número grande de animais (OSÓRIO et al., 2008; GONZATTI et al., 2013). A RIFI tem mostrado boa sensibilidade, mesmo assim recomenda-se a associação de dois métodos diagnósticos, haja visto que a presença de anticorpos não significa necessariamente que a infecção esteja ativa no animal (BASSI et al., 2018).

Para o diagnóstico molecular pode ser utilizada a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) utilizando marcadores de microssatélites (MASIGA et al., 1992; MORLAIS et al., 2001), técnicas de RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) baseadas em distintas enzimas de restrição (GEYSEN; DELESPAUX; GEERTS, 2003), técnicas de marcação de polimorfismo com sondas de fluorescência intituladas FFLB (fluorescent fragment length barcoding) (HAMILTON et al., 2011) e ainda técnicas de amplificação convencional e em tempo real (FIDELIS JUNIOR et al., 2019).

As metodologias de amplificação molecular podem estar baseadas em diversos marcadores, como genes ribossomais, genes dos espaçadores internos ITS e ainda em genes responsáveis por codificar proteínas de alta função biológica como proteínas de transporte de glicose e proteínas envolvidas na invasão celular e evasão da resposta imune como a catepsina *L-like* (DESQUESNES et al., 2001; MADRUGA et al., 2006; CORTEZ et al., 2009).

## Tratamento

O tratamento depende do uso racional de medicamentos disponíveis no mercado, sendo importante o diagnóstico correto e a identificação do parasita envolvido na infecção para evitar o estabelecimento da resistência aos antiparasitários (STEVENSON et al., 2000)

No Brasil os dois medicamentos mais utilizados no tratamento da tripanossomose em bovinos, ovinos e caprinos são o aceturato de diminazeno e o cloreto de isometamidium, conforme exibido na tabela 02 (GONZATTI et al., 2013; GERMANO et al., 2018), entretanto o tratamento não assegura eliminação completa do parasita, podendo haver reativação da infecção em situações de comprometimento imunológico (LINHARES et al., 2006) e mesmo assim nenhuma droga nova foi desenvolvida para o tratamento da tripanossomose nos últimos 50 anos.

Alguns estudos já demonstram a resistência com recidiva clínica ao tratamento com acetato de diminazeno, sendo o cloreto de isometamidium atualmente a droga de escolha (CADIOLI et al., 2012; GIORDANI et al., 2016).

A opção por cloreto de isometamidium se baseia na capacidade terapêutica e profilática promovendo um período de proteção que variou de 118 a 195 dias em função ao acúmulo do fármaco nos tecidos (PEREGRINE, 1994; GIORDANI et al., 2016).

Tabela 02. Principais drogas disponíveis para tratamento de tripanossomose causada por *T. vivax*.

PRINCÍPIO ATIVO	NOME COMERCIAL	VIA DE ADMINISTRAÇÃO	DOSAGEM (mg/kg)	EFEITOS ADVERSOS/ OUTRAS INFORMAÇÕES
ACETURATO DE DIMINAZENO	Ganaseg	IM SC	3,5 (até 8 em casos de resistência)	tóxico para cavalos, cães e burros
BROMETO DE HOMÍDIO	Novidium	IM (bovinos) IV (suino, ovinos e caprinos)	1	IM tóxico para cavalos. Potencialmente cancerígeno
CLORETO DE ISOMETAMIDIUM	Vivedium	IM (profundo)	0,25-1 (terapêutica) 0,5 -1 (profilática)	Tóxico acima de 2mg/kg Evitar administração SC Possível reação no local da aplicação
SULFATO DE QUINAPRILAMINA	Trypacide	SC	3-5 (terapêutica) 7,4 (profilática)	Tóxico em altas doses. Rápida resistência

Fonte: Adaptado de GIORDANI et al., 2016

### **Prevenção e controle**

Em áreas endêmicas o uso de tripanocidas deve ser associado a outras medidas, como o controle vetorial com drogas *pour on* e armadilhas impregnadas com inseticidas, implementação de rotinas preventivas baseadas em diagnósticos com boas razões de sensibilidade e especificidade, melhoria dos aspectos sanitários das unidades produtivas e melhor controle no transporte de animais oriundos de áreas endêmicas (OSÓRIO et al., 2008; FELIPE; KATAOKA, 2019).

## REFERÊNCIAS

ACOSTA, I.; DA COSTA, A. P.; GENNARI, S.; MARCILI, A. Survey of *Trypanosoma* and *Leishmania* in Wild and Domestic Animals in an Atlantic Rainforest Fragment and Surroundings in the State of Espírito Santo, Brazil. **Journal of Medical Entomology**, v. 51, n. 3, 1 maio 2014.

ANDRADE, A. Q.; MENDONÇA, C.; SOUTO, R.; SAMPAIO, P.; FIDELIS JUNIOR, O.; ANDRÉ, M. R. et al. 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, 2019.

BARNETT, S. F. The Trypanosomes of Mammals By C.A. Hoare. **Journal of Small Animal Practice**, v. 13, n. 11, nov. 1972.

BARRATT, J.; KAUFER, A.; PETERS, B.; CRAIG, D.; LAWRENCE, A.; ROBERTS, T. et al. Isolamento do novo tripanossomatídeo, *Zelonia australiensis* sp. nov. (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) Fornece Suporte para uma Origem Gondwana de Parasitismo Dixenoso em Leishmaniinae. **Plos Neglected Tropical Diseases**, 12 jan. 2017.

BASSI, P.; DE ARAÚJO, F.; GARCIA, G.; DA SILVA, M. V.; OLIVEIRA, C.; BITTAR, E. et al. Parasitological and immunological evaluation of cattle experimentally infected with *Trypanosoma vivax*. **Experimental Parasitology**, v. 185, fev. 2018.

BASTOS, T.; FARIA, A.; MADRID, D.; BESSA, L.; LINHARES, G.; FIDELIS JUNIOR, O. et al. First outbreak and subsequent cases of *Trypanosoma vivax* in the state of Goiás, Brazil. **Rev. Bras. de Parasitologia Vet.** V. 26, n. 3, 2017.

BATISTA, J.; RIET-CORREA, F.; BARBOSA, R.; GUERRA, J. Infecção experimental por *Trypanosoma vivax* em ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 26, n. 1, mar. 2006.

BATISTA, J.; RIET-CORREA, F.; TEIXEIRA, M.; MADRUGA, C.; SIMÕES, S.; MAIA, T. Trypanosomiasis by *Trypanosoma vivax* in cattle in the Brazilian semiarid: Description of an outbreak and lesions in the nervous system. **Veterinary Parasitology**, v. 143, n. 2, jan. 2007.

BATISTA, J.; BEZERRA, F.; LIRA, R.; CARVALHO, J.; ROSADO NETO, A.; PETRI, A. et al. Aspectos clínicos, epidemiológicos e patológicos da infecção natural em bovinos por *Trypanosoma vivax* na Paraíba. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 28, n. 1, jan. 2008.

BATISTA, J.; RODRIGUES, C.; OLINDA, R.; SILVA, T.; VALE, R.; CÂMARA, A. et al. Highly debilitating natural *Trypanosoma vivax* infections in Brazilian calves: epidemiology, pathology, and probable transplacental transmission. **Parasitology Research**, v. 110, n. 1, 28 jan. 2012.

BATISTA, J. S.; MOURA, G. H. F.; LOPES, F. C.; PAIVA, K. A. R.; ARAÚJO JÚNIOR, H.N.; SOUZA, R. C. et al. Risk factors for trypanosomiasis by *Trypanosoma*

vivax in cattle raised in Rio Grande do Norte state. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 85, n. 0, 2 ago. 2018.

BICUDO, C. E.; MENEZES, M. Phylogeny and Classification of Euglenophyceae: A Brief Review. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 4, 16 mar. 2016.

BOLIVAR, A. M. Detección de *Anaplasma marginale* y *Trypanosoma vivax* en garrapatas de ganado bovino empleando la reaccion en cadena de la polimerasa. **Revista Eletrônica de Veterinária**. V. 14, n. 3, 2013.

CADIOLI, F.; BARNABÉ, P.; MACHADO, R.; TEIXEIRA, M.; ANDRÉ, M.; SAMPAIO, P. et al. First report of *Trypanosoma vivax* outbreak in dairy cattle in São Paulo state, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 21, n. 2, jun. 2012.

CARVALHO, A.; ABRÃO, D.; FACURY FILHO, E.; PAES, P.; RIBEIRO, M. Ocorrência de *Trypanosoma vivax* no estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 3, jun. 2008.

CASTILHO NETO, K. J. G. A.; GARCIA, A. B. C. F.; FIDELIS JUNIOR, O. L.; NAGATA, W. B.; ANDRÉ, M. R.; TEIXEIRA, M. M. G. 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, 2021.

CHAMOND, N.; COSSON, A.; BLOM-POTAR, M.; JOUVION, G.; D'ARCHIVIO, S.; MEDINA, M. et al. *Trypanosoma vivax* Infections: Pushing Ahead with Mouse Models for the Study of Nagana. I. Parasitological, Hematological and Pathological Parameters. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 4, n. 8, 10 ago. 2010.

CORTEZ, A.; VENTURA, R.; RODRIGUES, A.; BATISTA, J.; PAIVA, F.; AÑEZ, N. et al. The taxonomic and phylogenetic relationships of *Trypanosoma vivax* from South America and Africa. **Parasitology**, v. 133, n. 02, 2 ago. 2006.

CORTEZ, A.; RODRIGUES, A.; GARCIA, H.; NEVES, L.; BATISTA, J.; BENGALY, Z. et al. Cathepsin L-like genes of *Trypanosoma vivax* from Africa and South America – characterization, relationships and diagnostic implications. **Molecular and Cellular Probes**, v. 23, n. 1, fev. 2009.

DAGNACHEW, S.; TESSEMA, M. B. *Trypanosoma vivax*. **African Journal of Basic & Applied Science**, v. 7, n. 1, p. 41–64, 2015.

DE SOUZA PIMENTEL, D.; DO NASCIMENTO RAMOS, C.; RAMOS, R.; DE ARAÚJO, F.; BORBA, M.; DA GLORIA FAUSTINO, M. et al. First report and molecular characterization of *Trypanosoma vivax* in cattle from state of Pernambuco, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 185, n. 2–4, abr. 2012.

DESQUESNES, M.; MCLAUGHLIN, G.; ZOUNGRANA, A.; DÁVILA, A. Detection and identification of *Trypanosoma* of African livestock through a single PCR based on internal transcribed spacer 1 of rDNA. **International Journal for Parasitology**, v. 31, n. 5–6, maio 2001.

DYONISIO, G.; BATISTA, H.; DA SILVA, R.; AZEVEDO, R.; COSTA, J.; MANHÃES, I. et al. Molecular Diagnosis and Prevalence of *Trypanosoma vivax* (Trypanosomatida: Trypanosomatidae) in Buffaloes and Ectoparasites in the Brazilian Amazon Region. **Journal of Medical Entomology**, 22 jul. 2020.

ESPINOSA, O.; SERRANO, M.; CAMARGO, E.; TEIXEIRA, M.; SHAW, J. An appraisal of the taxonomy and nomenclature of trypanosomatids presently classified as *Leishmania* and *Endotrypanum*. **Parasitology**, v. 145, n. 4, 15 abr. 2018.

FELIPE, C.; KATAOKA, A. Tripanossomíase bovina: uma breve revisão. **Scientific Electronic Archives**, v. 12, p. 159-168, 2019.

FIDELIS JUNIOR, O. L.; SAMPAIO, P. H.; GONÇALVES, L. R.; ANDRÉ, M. R.; MACHADO, R. Z.; WIJFFELS, G. et al. Comparison of conventional and molecular techniques for *Trypanosoma vivax* diagnosis in experimentally infected cattle. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 28, n. 2, abr. 2019.

GERMANO, P. H. V.; DA SILVA, A. A.; EDLER, G. E. C.; LOPES, M. C.; MODESTO, T. C.; REIS, J. A. Tripanossomose bovina: Revisão. **Pubvet**, v. 12, n. 8, ago. 2018.

GEYSEN, D.; DELESPAUX, V.; GEERTS, S. PCR-RFLP using *Ssu-rDNA* amplification as an easy method for species-specific diagnosis of *Trypanosoma* species in cattle. **Veterinary Parasitology**, v. 110, n. 3-4, jan. 2003.

GIORDANI, F.; MORRISON, L.; ROWAN, T. G.; KONING, H. P.; BARRET, M. P. The animal trypanosomiasis and their chemotherapy: a review. **Parasitology**, v. 143, n. 14, 10 dez. 2016.

GONZATTI, M. I.; GONZALEZ-BARADAT, B.; ASO, P. M.; REYNA-BELLO, A. *Trypanosoma (Duttonella) vivax* and Trypanosomosis in Latin America: Secadera/Huequera/Cacho Hueco. In: **Trypanosomes and Trypanosomiasis**. Vienna: Springer Vienna, 2014.

GUARNERI, A. A.; SILVA-CARDOSO, L.; ATELLA, G. Interação Parasito-Vetor (Tripanossomatídeos). In: **Tópicos Avançados em Entomologia Molecular Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Entomologia Molecular**. [s.l: s.n.]. p. 1-44.

GUERRA, R. M. S. N. C.; FEITOSA JUNIOR, 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, jun. 2008.

GUERRA, N. R.; MONTEIRO, M. F. M.; SANDES, H. M. M.; CRUZ, N. L. N.; RAMOS, C. A. N.; SANTANA, V. L. A. et al. Detecção de anticorpos IgG anti-*Trypanosoma vivax* em bovinos através do teste de Imunofluorescência indireta. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 12, dez. 2013.

HAMILTON, P. B.; LEWIS, M. D.; CRUICKSHANK, C.; GAUNT, M. W.; YEO, M.; LLEWELLYN, M. S. et al. Identification and lineage genotyping of South American trypanosomes using fluorescent fragment length barcoding. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 11, n. 1, jan. 2011.

HAMILTON, P. T.; VOTYPKA, J.; DOSTALOVA, A.; YURCHENKO, W.; BIRD, N. H.; LUKES, J. et al. Infection Dynamics and Immune Response in a Newly Described *Drosophila* -Trypanosomatid Association. **mBio**, v. 6, n. 5, 30 out. 2015.

HOARE, C. A. Morphological and Taxonomic Studies on Mammalian Trypanosomes. X. Revision of the Systematics. **The Journal of Protozoology**, v. 11, n. 2, maio 1964.

HOARE, C. A. The trypanosomes of mammals: a zoological monograph. **Nature**, v. 238, 1972.

KAUFER, A.; ELLIS, J.; STARK, D.; BARRATT, J. The evolution of trypanosomatid taxonomy. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 1, 8 dez. 2017.

KOETHER, K.; ALBUQUERQUE, A. L.; ZAKIA, L. S.; RODRIGUES, F. P.; TAKAMIRA, R. K.; MUNHOZ, A. K. et al. Ocorrência de *Trypanosoma vivax* em bovinos leiteiros no estado de São Paulo. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 15, n. Suppl 2, 29 ago. 2017.

KOSTYGOV, A. Y.; KARNKOWSKA, A.; VOTYPKA, J.; TASHYREVA, D.; MACISZEWSKI, K.; YURCHENKO, V. et al. Euglenozoa: taxonomy, diversity and ecology, symbioses and viruses. **Open Biology**, v. 11, n. 3, 10 mar. 2021.

KOSTYGOV, A. Y.; GRYBCHUK-LEREMENKO, A.; MALYSHEVA, M. N.; FROLOV, A. O.; YURCHENKO, V. Molecular revision of the genus *Wallaceina*. **Protist**, v. 165, n. 5, set. 2014.

LINHARES, G. F. C.; FILHO, F. C. 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, n. 4, p. 455–460, out. 2006.

LOPES, S. T. P.; PRADO, B. S.; MARTINS, G. H. C.; BESERRA, H. E. A.; SOUSA FILHO, M. A. C. et al. *Trypanosoma vivax* em bovino leiteiro. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 46, p. 1–5, 30 abr. 2018.

MADRUGA, C. R.; ARAUJO, F. R.; LIMA JUNIOR, M. S. C.; MELO, E. S. P. Comparação de métodos de extração do DNA e avaliação de reações da polimerase em cadeia (PCR) para o diagnóstico de *Trypanosoma* (*Duttonella*) *vivax*. **Circular Técnica** 34, p. 1–8, 2006.

MARTINS, C. F.; MADRUGA, C. R.; KOLLER, W. W.; ARAÚJO, F. R.; SOARES, C. O.; KESSLER, R. H. et al. *Trypanosoma vivax* infection dynamics in a cattle herd maintained in a transition area between Pantanal lowlands and highlands of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 28, n. 1, jan. 2008.

MASIGA, D. K.; SMYTH, A. J.; HAYES, P.; BROMIDGE, T. J.; GIBSON, W. C. Sensitive detection of trypanosomes in tsetse flies by DNA amplification. **International Journal for Parasitology**, v. 22, n. 7, nov. 1992.

MORLAIS, I.; RAVEL, S.; GREBAUT, P.; DUMAS, V.; CUNY, G. New molecular marker for *Trypanosoma (Duttonella) vivax* identification. **Acta Tropica**, v. 80, n. 3, dez. 2001.

MURRAY, M. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. **TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF TROPICAL MEDICINE AND HYGIENE**, v. 71, n. 4, 1977.

OGWU, D.; NJOKU, C.O; OSORI, D. I. K.; EZEOKOLI, C. D.; KUMI-DIAKA, J.. Effects of experimental on fertility of heifers. **Theriogenology**, v. 22, n. 6, dez. 1984.

ONO, M. S. B.; SOUTO, P. C.; CRUZ, J. A. L; O.; GUERRA, N. R.; GUIMARÃES, J. A.; DANTAS, A. C. et al. Surto de *Trypanosoma vivax* em rebanhos bovinos na Zona da Mata do estado de Pernambuco. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, v. 11, n. 2, 13 dez. 2017.

ORJI, C. U.; ONYEOCHA, I. O.; SHAIDA, S. S.; DEDE, P. M.; LUKA, P. D.; YAKUBU, B. et al. Molecular identification of tsetse fly (Diptera: Glossinidae) species based on mitochondrial DNA (COII and CytB) sequences. **African Journal of Biotechnology**, v. 14, n. 19, p. 1605–1613, 13 maio 2015.

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

PAIVA, F.; LEMOS, R. A. A.; NAKAZATO, L.; MORI, A. E.; BRUM, BERNARDO, K. C. *Trypanosoma vivax* em bovinos no pantanal do estado do Mato Grosso do Sul, Brasil: i – acompanhamento clínico, laboratorial e anatomopatológico de rebanhos infectados. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 9, n. 2, p. 135–141, 2000.

PEREGRINE, A. Pharmacology of diminazene: a review. **Acta Tropica**, p. 185–203, 1993.

PEREIRA, H. D.; SIMÕES, S. V. D.; SOUZA, F. A. L.; SILVEIRA, J. A. G.; RIBEIRO, M. F. B.; CADIOLI, F. A. 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, maio 2018.

REIS, M. O.; SOUZA, F. R.; ALBUQUERQUE, A. S.; MONTEIRO, F.; OLIVEIRA, L. F. S.; RAYMUNDO, D. L. et al. Epizootic Infection by *Trypanosoma vivax* in Cattle from the State of Minas Gerais, Brazil. **The Korean Journal of Parasitology**, v. 57, n. 2, 30 abr. 2019.

REIS, M. O.; SOUZA, F. R.; ALBUQUERQUE, A. S.; MONTEIRO, F.; OLIVEIRA, L. F. S.; RAYMUNDO, D. L. et al. Epizootic Infection by *Trypanosoma vivax* in Cattle from the State of Minas Gerais, Brazil. **The Korean Journal of Parasitology**, v. 57, n. 2, 30 abr. 2019.

RODRIGUES, C. M. F.; OLINDA, R. G.; SILVA, T. M. F.; VALE, R. G.; SILVA, A. E.; LIMA, L. G. et al. Follicular degeneration in the ovaries of goats experimentally infected with *Trypanosoma vivax* from the Brazilian semi-arid region. **Veterinary Parasitology**, v. 191, n. 1–2, jan. 2013.

SEKONI, V. O.; REKWOT, P. I.; BAWA, E. K. Effects of *Trypanosoma vivax* and *Trypanosoma congolense* infections on the reaction time and semen characteristics of Zebu (Bunaji) × Friesian crossbred bulls. **Theriogenology**, v. 61, n. 1, jan. 2004.

SHAW, J. J.; LAINSON, R. *Trypanosoma vivax* in Brasil. **Annals of Tropical Medicine and Parasitology**, v. 66, p. 25–32, 1971.

SILVA, A. S. DA, COSTA, M. M.; POLENZ, M. F.; POLENZ, C. H.; TEIXEIRA, M. M.; LOPES, S. T. A. et al. Primeiro registro de *Trypanosoma vivax* em bovinos no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2550–2554, nov. 2009.

SILVA, R. A. M. S.; SILVA, J. A.; SCHNEIDER, R. C.; FREITAS, J.; MESQUITA, D.; MESQUITA, T. et al. Outbreak of trypanosomiasis due to *Trypanosoma vivax* (Ziemann, 1905) in bovines of the Pantanal, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 91, n. 5, out. 1996.

SILVA, R. A. M. S.; SEIDL, A.; RAMIREZ, L.; DÁVILA, A. M. R. **Trypanosoma evansi e Trypanosoma vivax: Biologia, diagnóstico e controle**. Corumba: v. 1, 2002.

SILVA, T. M.; OLINDA, R. G.; RODRIGUES, C. M. F.; CÂMARA, A. C. L.; LOPES, F. C.; COELHO, W. A. C. et al. Pathogenesis of reproductive failure induced by *Trypanosoma vivax* in experimentally infected pregnant ewes. **Veterinary Research**, v. 44, n. 1, 4 dez. 2013.

SNAK, A.; OSAKI, S. C. Uma revisão sobre três importantes agentes causadores de aborto em bovinos: *Neospora caninum*, *Leptospira* sp. e *Trypanosoma vivax*. **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, v. 6, n. 1, 31 dez. 2018.

STEVENSON, P.; OKECH, G.; MWENDIA, C.; SONES, K. R. Comparison of the isometamidium-based trypanocidal drugs Samorin® and Veridium® in cattle under field conditions at Nguruman, Kenya. **Acta Tropica**, v. 77, n. 2, nov. 2000.

VENTURA, R. M.; PAIVA, F.; SILVA, R. A.; TAKEDA, G. F.; BUCK, G. A.; TEIXEIRA, M. M. *Trypanosoma vivax*: Characterization of the Spliced-Leader Gene of a Brazilian Stock and Species-Specific Detection by PCR Amplification of an Intergenic Spacer Sequence. **Experimental Parasitology**, v. 99, n. 1, set. 2001.

VICKERMAN, K.; TETLEY, L.; HENDRY, K. A.; TURNER, M. R. Biology of African trypanosomes in the tsetse fly. **Biology of the Cell**, v. 64, n. 2, 1988.

VOTÝPKA, J.; SUKOVA, E.; KRAEVA, N.; ISHEMGULOVA, A.; DUZI, I.; LUKES, J. et al. Diversity of Trypanosomatids (Kinetoplastea: Trypanosomatidae) Parasitizing Fleas (Insecta: Siphonaptera) and Description of a New Genus *Blechomonas* gen. n. **Protist**, v. 164, n. 6, nov. 2013.

VOTÝPKA, J.; KOSTYGOV, A. Y.; KRAEVA, N.; GRYBCHUK-LEREMENKO, A.; TESAROVA, M.; GRYBCHUK, D. et al. Kentomonas gen. n., a New Genus of Endosymbiont-containing Trypanosomatids of Strigomonadinae subfam. n. **Protist**, v. 165, n. 6, dez. 2014.

WALLACE, F. G. The trypanosomatid parasites of insects and arachnids. **Experimental Parasitology**, v. 18, n. 1, fev. 1966.

WELLS, E. A. Animal trypanosomiasis in South America. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 2, n. 1–4, mar. 1984.

WOO, P. T. K. A técnica de centrifugação de hematócrito para o diagnóstico da tripanossomíase africana. **Acta Tropica**, v. 67, 1970.

YURCHENKO, V.; KOSTYGOV, A.; HAVLOVÁ, J.; GRYBCHUK-LEREMENKO, A.; SEVCIKOVA, T.; LUKES, J. et al. Diversity of Trypanosomatids in Cockroaches and the Description of *Herpetomonas tarakana* sp. n. **Journal of Eukaryotic Microbiology**, v. 63, n. 2, mar. 2016.

ZIKOVA, A. Cruzella marina (Bodonina, Kinetoplastida): non-catenated structure of poly-kinetoplast DNA\*1. **Experimental Parasitology**, v. 104, n. 3–4, jul. 2003.