



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOCÊNCIAS

ELOINE MARIA BANDEIRA PICANÇO

**FATORES DE RISCO ASSOCIADOS À PREVALÊNCIA DE ANTICORPOS
CONTRA BRUCELOSE EM EQUÍDEOS DO OESTE DO PARÁ, BRASIL**

SANTARÉM – PA
2024

ELOINE MARIA BANDEIRA PICANÇO

**FATORES DE RISCO ASSOCIADOS À PREVALÊNCIA DE ANTICORPOS
CONTRA BRUCELOSE EM EQUÍDEOS DO OESTE DO PARÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Biociências da Universidade Federal do Oeste do
Pará, como requisito para obtenção do título de mestre.

Orientador: Antonio Humberto Hamad Minervino

**SANTARÉM – PA
2024**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA

P589f Picanço, Eloine Maria Bandeira
 Fatores de risco associados à prevalência de anticorpos contra brucelose em equí-
 deos do Oeste do Pará, Brasil./ Eloine Maria Bandeira Picanço. – Santarém, 2024.
 67 p. : il.
 Inclui bibliografias.

Orientador: Antonio Humberto Hamad Minervino.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-Reitoria de Pesqui-
sa, Pós-Graduação e Inovação Tecnológica, Programa de Pós-Graduação em Biociências.

1. Brucelose equídea. 2. AAT. 3. 2 ME. 4. Zoonose. 5. Saúde pública I. Minervino,
Antonio Humberto Hamad, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 614.542098115



Universidade Federal do Oeste do Pará
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOCÊNCIAS

ATA Nº 2472

Aos 30 (trinta) dias do mês de abril do ano de dois mil e vinte quatro, às 09h00min, na sala 432 do BMT 2 da Ufopa Campus Tapajós, instalou-se a banca examinadora de dissertação de mestrado da aluna ELOINE MARIA BANDEIRA PICANÇO. A banca examinadora foi composta pelos professores Dr. Gustavo da Silva Claudiano, UFOPA, examinador interno, Dr. Kedson Alessandri Lobo Neves, UFOPA, examinador interno, Dr. Fábio Edir Amaral Albuquerque, UFOPA, wxaminador externo ao Programa e Dr. Antonio Humberto Hamad Minervino, UFOPA, orientador. Deu-se início a abertura dos trabalhos, por parte do professor Dr. Antonio Minervino, orientador, que, após apresentar os membros da banca examinadora e esclarecer a tramitação da defesa, passou a palavra a aluna, que de imediatamente iniciou a apresentação da dissertação, intitulada Fatores de risco associados à Prevalência de anticorpos contra Brucelose em equídeos do Oeste do Pará, Brasil., marcando um tempo de 50 a 60 minutos para a apresentação. Concluída a exposição, o Prof. Dr. Antonio Minervino, presidente, passou a palavra ao examinador externo, Fábio Albuquerque, para argüir a candidata, e, em seguida, a examinador interno, Gustavo Claudiano e em seguida ao prof. Kedson Neves, para que fizessem o mesmo; após o que fez suas considerações sobre o trabalho em julgamento; tendo sido aprovada a candidata, conforme as normas vigentes na Universidade Federal do Oeste do Pará.

Orientador: Prof.(a) Dr.(a)	ANTONIO HUMBERTO H. MINERVINO	 Documento assinado digitalmente ANTONIO HUMBERTO HAMAD MINERVINO Data: 12/06/2024 21:03:21-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br
Examinador(a) Interno (a): Prof.(a) Dr.(a)	KEDSON ALESSANDRI LOBO NEVES	 Documento assinado digitalmente KEDSON ALESSANDRI LOBO NEVES Data: 14/06/2024 20:07:56-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br
Examinador(a) Interno (a): Prof.(a) Dr.(a)	GUSTAVO DA SILVA CLAUDIANO	 Documento assinado digitalmente GUSTAVO DA SILVA CLAUDIANO Data: 13/06/2024 10:03:47-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br
Examinador (a) Externo (a): Prof.(a) Dr. (a)	FÁBIO EDIR AMARAL ALBUQUERQUE	 Documento assinado digitalmente FABIO EDIR AMARAL ALBUQUERQUE Data: 14/06/2024 14:30:04-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br
DISCENTE	ELOINE MARIA BANDEIRA PICANÇO	 Documento assinado digitalmente ELOINE MARIA BANDEIRA PICANCO Data: 14/06/2024 21:40:18-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br

Essa dissertação é dedicada aos meus pais Anselmo e Eloina que sempre me incentivaram a estudar e nunca mediram esforços para investir em meus estudos. Estão todos os dias me acompanhando, mesmo que de forma virtual por morarem em outra cidade.

Dedico também ao meu esposo Rafael que esteve ao meu lado em todas as etapas do mestrado, desde quando tudo era apenas um sonho até o presente momento de conclusão.

Seus incentivos diários foram essenciais para esse resultado e com certeza estarão presentes em mais momentos como esses. Obrigada por tanto!

AGRADECIMENTOS

Escrever os agradecimentos da minha dissertação de mestrado é uma grande emoção e sentimento de dever cumprido. Foram 2 anos e meio de muito estudo, treinamento laboratorial e muita, muita pesquisa.

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pela oportunidade que me deu em realizar essa etapa de grande importância para a minha vida profissional. Obrigada Senhor, sei que tudo sempre é no Seu tempo, que bom que não me deixou desistir desse sonho.

Agradeço minha família, meus pais (Anselmo e Eloina), irmãos (Eliselma e Eliselmo) e sobrinhos (Michelly, Neto, Celina e Matheo) que estiveram presentes nessa etapa me dando forças e repassando segurança para eu seguir nessa caminhada. Minha rede de apoio! Sem vocês eu jamais conseguiria.

Agradeço o meu esposo Rafael por toda a paciência do mundo em ouvir meus desabafos, ouvir sobre minhas pesquisas e acompanhar de perto toda a minha rotina durante esses dois anos e meio. Obrigada por me acompanhar nos momentos que mais precisei e ter feito desse processo o mais tranquilo e leve possível. Com certeza sem você ao meu lado eu não conseguiria.

Agradeço ao meu orientador Antônio Humberto Hamad Minervino por ter aceito me orientar sem ao menos me conhecer. Sua confiança e ensinamentos foram fundamentais nesse processo. Obrigada por todas as oportunidades de crescimento científico ao longo desse período.

Agradeço a equipe do Laboratório de Sanidade Animal (LARSANA) pela disponibilidade em ajudar nessa pesquisa.

Agradeço a Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA) pela concessão de bolsa de estudos.

E a todos que de alguma forma contribuíram direto ou indiretamente com o desenvolvimento desse trabalho.

MUITO OBRIGADA!

“Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo”
(Paulo Freire)

RESUMO

O estado do Pará possui uma das maiores populações equíneas do Brasil, com mais de 800.000 cabeças. A maioria desses animais são encontrados em fazendas (cavalos de fazenda) com atividade pecuária e são utilizados no manejo de bovinos e bubalinos. Além disso, nas áreas urbanas do estado os equíneos são comumente usados como meio de transporte para conduzir materiais (cavalo carroceiro) e em esportes como vaquejada, competições de arco, tambor e cavalgadas (cavalo de esporte). Doenças infectocontagiosas causam preocupações para os criadores de equíneos devido aos prejuízos à saúde dos animais, impactos econômicos e de saúde pública no caso das zoonoses. Nesse contexto destaca-se a Brucelose equina, doença crônica, infectocontagiosa, de caráter zoonótico, causada por bactérias do gênero *Brucella* spp., especialmente de áreas onde a brucelose bovina é endêmica. A doença exige notificação obrigatória ao Serviço Veterinário Oficial do Brasil quando houver qualquer caso suspeito de acordo com a Organização Mundial de Saúde Animal (OMSA). Considerando o expressivo rebanho equíneo e a carência de estudos epidemiológicos no Pará, em especial na região Oeste do estado, objetivou-se determinar a prevalência de anticorpos contra Brucelose em equíneos criados no Oeste do Pará e identificar possíveis fatores de risco associados a essa doença em três grupos distintos: equíneos de fazenda, esporte e carroceiros. A partir de um estudo transversal preliminar com amostragem em dois níveis por cluster para equíneos de fazenda que incluiu 75 propriedades em 14 municípios e com amostragem por conveniência para coleta de equíneos carroceiros e de esporte, um total de 1.059 equíneos foram incluídos no estudo, sendo 1039 equinos, 13 burros e 7 mulas. As amostras de soro foram obtidas por punção venosa jugular utilizando sistema de vácuo estéril com tubos sem anticoagulante. O sangue foi centrifugado a 2000 x g por 10 min, e o soro foi alíquotado e armazenado a -35°C para realização das análises. Durante a coleta das amostras, utilizou-se um questionário epidemiológico para obter informações sobre características dos animais, manejo e condições locais que possam atuar como fatores de risco para a soroprevalência da enfermidade. Para detecção de anticorpos contra Brucelose equina foi utilizado como triagem o teste Antígeno acidificado tamponado (AAT) e a Soroaglutinação em Tubos com 2- mercaptoetanol (2-ME) para confirmação dos resultados. As análises sorológicas foram realizadas no Laboratório de Sanidade Animal (LARSANA) da Universidade Federal do Oeste do Pará. Os dados foram tabulados para determinar a frequência de equíneos soropositivos e soronegativos e a prevalência. A análise univariada foi realizada pelo teste Qui-quadrado para investigar a

associação da prevalência de anticorpos e possíveis fatores de risco associados as doenças. Uma regressão logística binária do tipo logit com eliminação Backward de termos incluindo os fatores de risco considerados. As variáveis com $P < 0.05$ foram mantidas no modelo final. Os dados foram analisados por meio do software Minitab 17. E o intervalo de confiança de 95% foi calculado usando o software Prism. Dos 1.059 animais amostrados, 44 (4,05% - IC 95%: 3-5,5) apresentaram resultado positivo no teste AAT. As amostras positivas no teste AAT foram confirmadas através do teste 2-ME e destes 11 animais foram positivos, 15 inconclusivos e 18 negativos. Considerando apenas os resultados confirmados pelo 2-ME a prevalência de brucelose equídea a nível animal em equídeos na região Oeste do Pará foi de 1,03% (IC 95%: 0,5-1,8). Dentre os fatores considerados, apenas a Mesoregião Sudoeste Paraense ($P = 0,047$) interferiu com a prevalência de anticorpos anti-*Brucella* sp. A presença de animais positivos para Brucelose não foi associada a problemas reprodutivos relatados pelos proprietários dos animais. Este é o primeiro relato de equídeos soropositivos para Brucelose na região o que contribui para o conhecimento da epidemiologia da doença e confirma o risco potencial da espécie equina para a saúde pública uma vez que estão em contato direto com humanos e outros animais.

Palavras – chave: Brucelose equídea. AAT. 2 ME; Zoonose. Saúde pública.

ABSTRACT

The state of Pará has one of the largest equine populations in Brazil, with more than 800,000 head. Most of these animals are found on farms (farm horses) with livestock farming and are used in the management of cattle and buffaloes. Furthermore, in urban areas of the state, horses are commonly used as a means of transport for transporting materials (cart horse) and in sports such as vaquejada, archery and barrel competitions and horseback riding (sport horse). Infectious diseases cause concern for equine breeders due to the damage to the animals' health, economic and public health impacts in the case of zoonoses. In this context, equine brucellosis stands out, a chronic, infectious, zoonotic disease caused by bacteria of the genus *Brucella* sp., especially in areas where bovine brucellosis is endemic. The disease requires mandatory notification to the Official Veterinary Service of Brazil when there is any suspected case according to the World Organization for Animal Health (WHO). Considering the significant equine herds and the lack of epidemiological studies in Pará, especially in the western region of the state, the objective was to determine the prevalence of antibodies against Brucellosis in horses raised in western Pará and identify possible risk factors associated with this disease in three diverse groups: farm, sport and cart horses. From a preliminary cross-sectional study with sampling at two levels per cluster for farm horses that included 75 properties in 14 municipalities and with convenience sampling to collect carriage and sport horses, a total of 1,059 equids were included in the study, being 1039 horses, 13 donkeys and 7 mules. Serum samples were obtained via jugular venipuncture using a sterile vacuum system with tubes without anticoagulant. The blood was centrifuged at 2000 x g for 10 min, and the serum was aliquoted and stored at -35°C for analysis. During sample collection, an epidemiological questionnaire was used to obtain information about animal characteristics, management and local conditions that may act as risk factors for the seroprevalence of the disease. To detect antibodies against equine brucellosis, the Buffered Acidified Antigen test (AAT) and Seroagglutination in Tubes with 2-mercaptoethanol (2-ME) were used as screening to confirm the results. Serological analyzes were carried out at the Animal Health Laboratory (LARSANA) of the Federal University of Western Pará. The data were tabulated to determine the frequency of seropositive and seronegative horses and the prevalence. Univariate analysis was performed using the Chi-square test to investigate the association between the prevalence of antibodies and possible risk factors associated with the diseases. A logit-type binary logistic regression with Backward elimination of terms including the risk factors considered. Variables with $P < 0.05$ were maintained in the final model. The data were analyzed using Minitab 17 software.

And the 95% confidence interval was calculated using Prism software. Of the 1,059 animals sampled, 44 (4.05% - 95% CI: 3-5.5) tested positive in the AAT test. Positive samples in the AAT test were confirmed using the 2-ME test and of these 11 animals were positive, 15 inconclusive and 18 negative. Considering only the results confirmed by 2-ME, the prevalence of equine brucellosis at animal level in horses in the western region of Pará was 1.03% (95% CI: 0.5-1.8). Among the factors considered, only the Southwest Mesoregion of Pará ($P = 0.047$) interfered with the prevalence of anti-Brucella sp antibodies. The presence of Brucellosis-positive animals was not associated with reproductive problems reported by animal owners. This is the first report of equids seropositive for Brucellosis in the region, which contributes to the knowledge of the epidemiology of the disease and confirms the potential risk of the equine species to public health since they are in direct contact with humans and other animals.

Keywords: Equine brucellosis. AAT. 2 ME. Zoonosis. Public health.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Região Oeste do Pará. 32

Figura 2 Teste AAT: Prevalência de anticorpos contra Brucelose equina por município. Municípios 0,0%: Almeirim, Porto de Móz, Terra Santa, Placas e Trairão. Municípios 0,1-5%: Santarém, Uruará, Brasil Novo e Altamira. Municípios > 5%: Oriximiná, Óbidos, Alenquer, Rurópolis e Itaituba. Cidades em cinza não foram incluídas no estudo. 40

Figura 3 Teste AAT: Prevalência de anticorpos contra Brucelose equina por rebanho. Municípios 0,0%: Almeirim, Placas, Porto de Móz, Trairão e Terra Santa. Municípios 0,1 – 40,0%: Alenquer, Brasil Novo e Santarém. Municípios 40,1 – 80,0%: Altamira, Óbidos, Rurópolis e Uruará. Municípios $\geq 100,0\%$: Itaituba e Oriximiná. 44

Figura 4 Mapa dos municípios positivos e negativos no teste 2 ME. Municípios negativos: Almeirim, Porto de Móz, Alenquer, Óbidos, Oriximiná, Terra Santa, Santarém, Placas e Trairão. Municípios positivos: Brasil Novo, Uruará, Altamira, Rurópolis e Itaituba. 49

Figura 5 Teste 2-ME: Prevalência de anticorpos contra Brucelose equina por rebanho. Municípios 0,0%: Almeirim, Alenquer, Óbidos, Oriximiná, Placas, Santarém, Trairão e Terra Santa. Municípios 0,1 – 20,0%: Altamira, Brasil Novo e Itaituba. Municípios $\geq 25,0\%$: Rurópolis e Uruará..... 52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Revisão diagnóstico de Brucelose em equídeos.	21
Tabela 2 Interpretação do teste do 2-ME para fêmeas não vacinadas e machos, com idade superior a oito meses	36
Tabela 3 Frequência de anticorpos contra Brucelose em equídeos através do teste AAT em diferentes municípios do oeste do Pará.	39
Tabela 4 Fatores de risco para prevalência de anticorpos contra Brucelose em equídeos através do teste AAT no oeste do Pará, Brasil.	41
Tabela 5 Prevalência da Brucelose equídea teste AAT por fazenda/rebanho.	42
Tabela 6 Frequência de anticorpos contra Brucelose em equídeos através do teste confirmatório 2 ME em diferentes municípios do oeste do Pará.	45
Tabela 7 Resultados obtidos nas provas da SAL e 2-mercaptoetanol para os animais reagentes no teste de triagem de AAT.....	46
Tabela 8 Fatores de risco para prevalência de anticorpos contra Brucelose em equídeos através do teste confirmatório 2 ME no oeste do Pará, Brasil.....	48
Tabela 9 Prevalência da Brucelose equídea teste 2-ME por fazenda/rebanho.	50

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AAT - Antígeno acidificado tamponado

ADEPARÁ - Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará

ELISA - Ensaio imunoabsorvente ligado à enzima.

FC - Fixação de complemento

I - Isolamento

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IgG – Imunoglobulina G

IgM – Imunoglobulina M

LARSANA – Laboratório Sanidade Animal

M – Molar

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária

OMSA - Organização Mundial de Saúde Animal

pH - Potencial Hidrogeniônico

PNCEBT - Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose

SAL - Soroaglutinação lenta

SAR - Soroaglutinação Rápida em Placa

SAT - Soroaglutinação Lenta em Tubos

TPF - Polarização Fluorescente

UFOPA – Universidade Federal do Oeste do Pará

2-ME - 2- mercaptoetanol

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVO	17
2.1	Geral	17
2.2	Específicos	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1	Brucelose equina	18
3.1.1	Agente Etiológico	18
3.1.2	Epidemiologia	19
3.1.3	Patogenia e mecanismos de transmissão	24
3.1.4	Sinais Clínicos	25
3.1.5	Controle e Profilaxia	26
3.1.6	Diagnóstico	27
3.1.7	Tratamento	31
4	MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1	Área de estudo	32
4.2	Estudo em equídeos de fazenda	33
4.3	Estudo em equídeos de esporte	33
4.4	Estudo para equídeos de carroça (Cavalos de carroça)	34
4.5	Coleta de amostras	34
4.6	Análises sorológicas	34
4.6.1	Teste do antígeno acidificado tamponado (AAT)	35
4.6.2	Teste do 2-mercaptoetanol (2-ME)	35
4.7	Levantamento epidemiológico	36
4.8	Características gerais dos equídeos	37
4.9	Análise estatística	37
5	RESULTADOS	39
5.1	Deteção de anticorpos contra brucelose equídea - teste AAT	39
5.2	Deteção de anticorpos contra brucelose equídea - teste 2 ME	45
6	DISCUSSÃO	53
7	CONCLUSÃO	58
8	REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

O estado do Pará possui uma das maiores populações equinas do Brasil, com mais de 800.000 cabeças. A maioria desses animais são encontrados em fazendas com atividade pecuária e são comumente utilizados no manejo de bovinos e bubalinos e como meio de transporte (IBGE, 2022). Além disso, nas áreas urbanas do Pará os equídeos são frequentemente usados como meio para transportar materiais e em esportes: Vaquejada, competições de arco, tambor e cavalgadas (Moreira et al., 2019).

Os cavalos característicos da Amazônia são animais fortes, inteligentes, rústicos e com grande resistência às adversidades do meio por adquirirem uma série de adaptações morfológicas, como cascos arredondados por exemplo (Marques et al., 2012; Reis et al., 2008). Por todas essas características desenvolvidas, são animais importantes para a pecuária e utilizados para a tração, sendo essenciais em atividades diárias em fazendas (Marques et al., 2016).

Devido a importância econômica dessa atividade para o estado é importante destacar os cuidados sanitários com esses animais, haja vista que algumas doenças causam prejuízos consideráveis aos proprietários por apresentarem problemas de saúde pública por serem zoonoses, sendo obrigatória a eutanásia dos animais positivos. Dentre essas doenças cita-se Brucelose equina doença crônica, infectocontagiosa, de caráter zoonótico, causada por bactérias do gênero *Brucella* spp., que acomete mamíferos domésticos e alguns silvestres (Medig et al., 2016). A infecção natural nos equídeos acontece de forma direta ou indireta, principalmente, por meio da ingestão de água ou alimento contaminado por material infectado oriundo do trato reprodutivo de bovinos e suínos (Araujo et al., 2009).

Segundo Dorneles et al., (2013), no Brasil, os equídeos podem ser infectados pela *Brucella abortus*, *Brucella suis* e *Brucella canis*, no entanto, a mais comumente descrita é *Brucella abortus*, devido à coabitação frequente destes animais com os bovinos. Nesses animais as manifestações clínicas resultam principalmente na redução da capacidade de trabalho. Além disso, equídeos infectados podem ser uma fonte potencial de infecção para outras espécies, incluindo o homem por se tratar de uma zoonose (Medig et al., 2016).

Dentre os estudos realizados no Brasil sobre a prevalência de brucelose equídea Dorneles et al., (2013) obteve prevalência de 1,76%, Arruda et al., (2012) encontrou prevalência de 0,7% e Praseres Chaves et al., (2015) e Da Costa et al., (2024) encontraram prevalência de 0,96% e 6,5% respectivamente. Ambos os estudos realizados no nordeste do país. Observa-se

que a brucelose equídea é uma doença de grande relevância e importância, que pode ser encontrada no Brasil e acarretar prejuízos econômicos e de saúde pública.

No estado do Pará ressalta-se que os seguintes estudos foram realizados para detectar Brucelose em equídeos. Paula et al., (2014) realizaram pesquisa na Ilha de Maiandeuá (Algodoal) obtendo prevalência de 5,76%, Resende et al., (2022) obtiveram prevalência de 1,03% da doença em Soure, na Ilha do Marajó e no estudo de Souza Rocha et al., (2019), também na região do Marajó, não houveram resultados positivos. Do mesmo modo Santos, (2007) tiveram prevalência nula como resultado da pesquisa em equídeos de Belém e Ananindeua e Rodrigues et al., (2021) obtiveram resultados negativos em 3 equinos do estado com diagnósticos através dos métodos AAT e PCR. Enfatiza-se que na região Oeste do Pará, de acordo com nosso conhecimento não existem relatos na literatura acerca da presença de equídeos com anticorpos para *Brucella sp.*

Como mecanismo de controle da brucelose, ressalta-se o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose (PNCEBT) bovina e bubalina que dispõe de metodologias diagnósticas, como estratégias de controle e prevenção, entre outros procedimentos nessas espécies (Brasil, 2006). Enfatiza-se que as mesmas metodologias do programa são utilizadas para controle da brucelose equina.

Frente a gravidade da doença, é evidente a importância do diagnóstico laboratorial para identificação dos animais positivos para Brucelose. Por se tratar de doença incurável, altamente transmissível e zoonótica, pode se tornar obstáculo para o desenvolvimento da equideocultura nas regiões onde se fazem presentes.

2 OBJETIVO

2.1 GERAL

- Determinar a prevalência de anticorpos contra Brucelose em equídeos oriundos de três grupos distintos (Fazenda, Carroceiro, Esporte) criados no oeste do Pará e identificar possíveis fatores de risco associados às doenças.

2.2 ESPECÍFICOS

- Determinar a prevalência de anticorpos anti - *Brucella* sp. em equídeos de fazenda, esporte e carroceiros por meio do ATT;
- Realizar a confirmação diagnóstica das amostras positivas pelo AAT utilizando o teste confirmatório 2-ME.
- Determinar os possíveis fatores de riscos associados a doença em equídeos de fazenda, esporte e carroceiros.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 BRUCELOSE EQUINA

A brucelose é uma doença crônica, infectocontagiosa, de caráter zoonótico, causada por bactérias do gênero *Brucella* spp., que acomete mamíferos domésticos e alguns silvestres, sendo a brucelose equina uma doença especialmente de áreas onde a brucelose bovina é endêmica (Medig et al., 2016).

3.1.1 Agente Etiológico

A brucelose é causada por bactérias pertencentes ao gênero *Brucella* composto por pelo menos 33 espécies (spp.) sendo que 30 estão validadas e, destas, cinco acometem os animais domésticos: *B. abortus* (bovinos), *B. melitensis* (ovinos e caprinos - não identificada no Brasil), *B. ovis* (ovinos), *B. suis* (suínos) e *B. canis* (caninos) (Haag et al., 2010). No entanto, duas espécies adicionais foram identificadas em primatas não humanos (Schlabritz-Loutsevitch et al., 2009) e raposas (Hofer et al., 2012), implicando maior diversidade de *Brucella* spp. Estas espécies não são espécies-específicas e podem infectar outros animais e os seres humanos sendo, portanto, um importante agente zoonótico (Karthik et al., 2016). Em relação aos equídeos, não há uma *Brucella* spp. que o afeta especificamente e todas as descrições de brucelose na espécie estão relacionadas ao patógeno bovino (*B. abortus*) ou, em menor ocorrência, ao suíno (*B. suis*) (Lucero et al., 2008).

Apresentam-se microbiologicamente como cocobacilos Gram-negativos, aeróbios ou microaerófilos, não capsulados, imóveis, não formadores de esporos, desprovidos de plasmídeos (Hsu & O'Connell, 2017). Seu metabolismo é oxidativo baseado na utilização de nitratos. Nos testes bioquímicos, são classificadas como catalase e oxidase-positivos e não fermentadores de lactose (L. M. Paulin, 2003). São reconhecidos como microrganismos intracelulares facultativos, estando a patogenia e a natureza da resposta imune fortemente relacionadas à presença do microrganismo no interior de fagócitos (Gonçalves et al., 2006).

São classificadas em rugosas ou lisas de acordo com a estrutura de sua parede celular, estando diretamente associada à composição bioquímica do lipopolissacarídeo da parede celular ou à virulência. *B. abortus*, *B. melitensis* e *B. suis* apresentam morfologia de colônia do tipo lisa, já *B. ovis* e *B. canis* apresentam uma morfologia de colônia permanentemente do tipo rugosa ou mucoide (Brasil, 2006).

No leite e derivados, mantêm-se viáveis por vários meses (Omer et al., 2000). Mas são destruídos pela fervura e temperaturas usuais de pasteurização (Paulin, 2003). Desinfetantes clorados (2,5% de cloro ativo), soluções de formaldeído (2%) e compostos fenólicos (2,5%) inativam o microrganismo a partir de quinze minutos de exposição. Álcool 70% destrói prontamente a bactéria (L. M. Paulin, 2003). Já sob ação do carbonato de cálcio é destruída após trinta minutos de exposição (Omer et al., 2000).

São resistentes à inativação em condições adversas do ambiente, incluindo extremos de pH, luminosidade e temperatura (Gonçalves et al., 2006). Resistem também por seis meses ou mais na água, nos fetos abortados, em restos de placenta, nas fezes, na lã, no feno ou no solo (Lucero et al., 2008).

3.1.2 Epidemiologia

Anticorpos de Brucelose foram relatados em várias partes do mundo e em vários períodos, mostrando que os cavalos são infectados por outros animais (Ribeiro et al., 2003). Dados históricos mostram que a brucelose foi descrita pela primeira vez no ser humano em Malta no ano de 1887 por David Bruce, que isolou *Brucella melitensis*, ora conhecida como *Micrococcus melitensis*, de um soldado que morreu por febre Maltese sendo, por isso, denominada de Febre de Malta (Godfroid et al., 2010). Nos últimos anos, essa bactéria foi vista como um patógeno causador de doenças em mamíferos marinhos, mostrando assim a longa jornada desse patógeno de Malta para a Marinha (Karthik et al., 2016).

Já em 1895, Bernhard Bang, um patologista veterinário dinamarquês, isolou um microrganismo do útero e membranas fetais oriundos do aborto de vacas, identificado como *Bacillus abortus* (Rahman et al., 2006). Em 1920, Meyer e Shaw, propuseram a criação do gênero *Brucella* em homenagem ao autor do primeiro isolamento do agente e descreveram dois microrganismos: *Brucella melitensis* e *Brucella abortus* (Rahman et al., 2006).

No Brasil, a situação epidemiológica da brucelose em cavalos, e especialmente em burros e mulas é pouco conhecido, devido à escassez de pesquisas com foco nesta doença. *B. abortus* é o agente mais comumente associada à brucelose em equídeos, e cavalos geralmente são infectados quando criados em contato próximo com gado infectado (Dorneles et al., 2013; Karthik et al., 2016). A **tabela 1** resume dados sobre diagnóstico de brucelose equídea já publicados no Brasil e pelo mundo. No Brasil é notável o baixo número de trabalhos realizados nos diferentes estados.

A brucelose equídea é preocupante devido debilidade orgânica que ocasiona nos animais, prejuízos econômicos devido a eutanásia dos animais infectados, além de constituírem fonte de infecção para outras espécies domésticas e, inclusive, para o homem (Ribeiro et al., 2003). Ainda que o mecanismo de transmissão da brucelose equina não esteja bem esclarecido, considera-se que a infecção seja resultante da coabitação dos equídeos com outras espécies domésticas, em especial bovinos, bubalinos e suínos (Karthik et al., 2016).

Cárdenas et al., (2019) relataram que dois terços dos países em desenvolvimento são enzoóticos para a doença. As perdas econômicas causadas, associadas à prevenção de infecção humana, justificam a adoção dos programas de controle (Clementino & De Azevedo, 2016).

É uma infecção crônica que persiste por toda a vida do animal. As brucelas encontram-se em grande número no leite, urina e produtos abortivos de animais infectados. A localização das bactérias nos órgãos reprodutores é responsável pelas manifestações principais: esterilidade e aborto (Pessegueiro et al., 2003).

Consequentemente, a brucelose tornou-se uma doença ocupacional para agricultores, veterinários, trabalhadores dos centros de abate e técnicos de laboratório (Karthik et al., 2016), por ser transmitida tanto pela ingestão de produtos de origem animal contaminados, quanto pelo contato direto ou indireto com animais infectados, fetos abortados ou anexos fetais, além da própria manipulação de carcaças, vísceras no abate sanitário e manipulação inadequada da vacina sem uso de EPI's por parte dos tratadores (Sola et al., 2014).

Tabela 1 Revisão diagnóstico de Brucelose em equídeos.

Referência	Espécies	Localização	Tipo de animal	Teste	Nº	Frequência (%)	Fator de risco
Langenegger & Szechy, (1961)	Equino e muar	Rio de Janeiro	Diverso	SAT ₁ , SAR ₂ e I ₃	6	2,6%	Não verificado
Oliveira et al., (1973)	Equino	Santa Maria, RS	Estabulados	SAT ₁ , SAR ₂ e 2-ME ₄	75	3,17%	Não verificado
Jardim et al., (1978)	Equino	Goiás	Diverso	SAR ₂	694	1,3%	Não verificado
Mathias et al., (1998)	Equino	Araguari, MG	Diverso	SAT ₁ , FC ₅ e AAT ₆	100	19%	Não verificado
SILVA et al., (2001)	Equino	Goiás	Fazenda	AAT ₆	52	73,1%	Não verificado
Silva et al., (2006)	Equino	Goiás	Diverso	SAT ₁	1	100%	Não verificado
Santos, (2007)	Equino, asinino e muar	Belém e Ananindeu - PA	Tração	AAT ₆ , 2-ME ₄	195	0%	Não houve associação.
Aguiar et al., (2008)	Equino e Muar	Rondônia	Diverso	AAT ₆ , 2-ME ₄	176	2,9%	Não verificado
Carrazza et al., (2009)	Equino	Uberlândia - MG	Tração	AAT ₆ e 2 ME ₄	120	0%	Não verificado
Araujo et al., (2009)	Equino, asinino e muar	Zona da Mata - MG	Fazenda, esporte e reprodução	AAT ₆ e 2 ME ₄	477	0%	Não verificado
Almeida et al., (2010)	Equino	Região do sul de Minas Gerais	Fazenda	AAT ₆ e 2 ME ₄	15	13,3%	Não verificado
Tahamtan et al., (2010)	Equino	Mashhad, Iran	Diverso	AAT ₆ e SAT ₁	120	2,5%	Não verificado
Arruda et al., (2012)	Equino	Paraíba	Esporte	AAT ₆ , 2 ME ₄ e FC ₅	857	0,7%	Não verificado

Santos et al., (2012)	Equino	Uberlândia-MG	Fazenda	AAT ₆	187	0%	Não verificado
Furquim et al., (2012)	Equino e Muar	Araguari - MG	Fazenda	AAT ₆ e 2 ME ₄	107	11,6%	Não verificado
Dorneles et al., (2013)	Equino e muar	Mossoró, RN	Equídeos de vida livre	AAT ₆ e 2 ME ₄	227	1,76%	Não houve associação entre raça e sexo
Antunes et al., (2013)	Equino	Curitiba e São José dos Pinhais-PR	Carroceiro	AAT ₆ e 2 ME ₄	123	0,8%	Não verificado
Filho, (2013)	Equino	Patos, PB	Diverso	AAT ₆	1763	0,34%	Não verificado
Brandão, (2013)	Equino	Canguaretama, RN	Diverso	AAT ₆	150	8%	Não verificado
Filho et al., (2013)	Equino, asinino e muar	Brejo Paraibano	Diverso	AAT ₆	257	0%	Não verificado
Paula et al., (2014)	Equino	Ilha de Maiandeuá, PA	Tração	AAT ₆	52	5,76%	Não verificado
Tahamtan et al., (2015)	Equino	Irã	Diverso	AAT ₆ e SAT ₁	120	2,6%	Não verificado
Praseres Chaves et al., (2015)	Equino	Baixada Maranhense	Esporte e fazenda	AAT ₆ e 2 ME ₄	415	0,96%	Não verificado
Jr Junqueira et al., (2015)	Equino, asinino e muar	Minas Gerais	Fazenda	AAT ₆ e SAT ₁	6439	1,3%	Não houve associação entre raça e sexo
Santos et al., (2016)	Equino, asinino e muar	RS, SC e PR	Diverso	AAT ₆ , FC ₅ e 2 ME ₄	767	3,07%	Não verificado
Ardo & Abubakar, (2016)	Equino	Taraba, Nigéria	Fazenda	AAT ₆ e SAT ₁	100	6%	Não houve associação entre sexo e idade.

Macedo, (2016)	Equino	Pantanal Sul Mato-grossense	Diverso	AAT ₆	152	26,4%	Sexo e idade
Okechukwu Njoga et al., (2018)	Equino	Enugu, Nigéria	Fazenda	AAT ₆	402	3%	Idade e sexo
Souza Rocha et al., (2019)	Equino	Ilha do Marajó, PA	Fazenda	AAT ₆	57	0%	Não verificado
Khaled et al., (2019)	Equino e Muar	Nordeste da Argélia	Fazenda	AAT ₆	239	0,8%	Não Verificado
Hussain et al., (2020)	Equino	Punjab, Paquistão	Diverso	AAT ₆ , ELIS A ₇ e FC ₅	448	4,24%	Idade e localização
Oliveira, (2021)	Equino	Araguaína, TO	Diverso	AAT ₆ e 2 ME ₄	388	0%	Não verificado
Rodrigues et al., (2021)	Equino	Pará	Diverso	AAT ₆ e PCR ₈	3	0%	Não verificado
Lotfi et al., (2022)	Equino	Irã	Esporte e reprodução	AAT ₆ , 2 ME ₄ e ELIS A ₇	180	7,22%	Não houve associação
Resende et al., (2022)	Equino e muar	Soure, (Ilha do Marajó-PA)	Fazenda	AAT ₆ e 2 ME ₄	388	1,03%	Não verificado
Oozee et al., (2023)	Equino	Tabriz, Irã	Diverso	AAT ₆ , 2 ME ₄ e ELIS A ₇	141	3,54%	Não houve associação entre idade e sexo
Da Costa et al., (2024)	Equino, asinino e muar	Paraíba	Fazenda	AAT ₆ e 2 ME ₄	322	6,5%	Idade superior a 10 anos foi significativa

Fonte: Elaborada pela autora (2024). 1 – SAT: Soroaglutinação Lenta em Tubos, 2 – SAR: Soroaglutinação Rápida em Placa, 3 – I: Isolamento, 4 - 2-ME: 2-Mercaptoetanol, 5 – FC: Fixação de Complemento, 6 – AAT: Antígeno Acidificado Tamponado, 7 – ELISA: Ensaio imunoabsorvente ligado à enzima, 8 – PCR: Cadeia de Polimerase.

3.1.3 Patogenia e mecanismos de transmissão

O mecanismo de transmissão da *B. abortus* é representada pela vaca prenhe, que elimina grandes quantidade de bactérias por ocasião do aborto ou parto, contaminando pastagens, água, alimentos e fômites. Estes animais são capazes de continuar eliminando o patógeno em secreções uterinas por aproximadamente 30 dias. Hábitos de lambe e cheirar animais recém nascidos ou fetos abortados, principalmente por outras vacas, favorecem a transmissão da brucelose (Lage et al., 2008; Pessegueiro et al., 2003). Em equídeos sugere-se que a transmissão ocorra principalmente pela ingestão de água e alimentos contaminados por secreções provenientes do trato reprodutivo, especialmente de bovinos e suínos (Araujo et al., 2009).

A infecção natural se inicia principalmente pelas mucosas oral, nasofaríngea, conjuntival ou por solução de continuidade da pele, sendo que a porta de entrada principal da *B. abortus* em bovinos é a mucosa orofaríngea (Gorvel & Moreno, 2002). Já nos equídeos, o patógeno ingressa nos animais susceptíveis predominantemente por via oral (Radostits et al., 2007). Após a penetração na mucosa, as bactérias são fagocitadas principalmente por macrófagos, sendo carregadas até os linfonodos regionais, onde se multiplicam e podem permanecer por semanas a meses, levando à hiperplasia e linfadenite (Lage et al., 2008).

Em seguida, via linfo-hematógena, difundem-se para todo o organismo animal, localizando-se principalmente no sistema mononuclear fagocitário, como baço, fígado e linfonodos, induzindo à formação de granulomas difusos e hiperplasia linfóide (Paulin, 2003). Tecidos osteoarticulares, mamários e órgãos reprodutores são locais preferencialmente habitados pela bactéria, em função da maior disponibilidade de eritritol, um poli álcool composto por quatro carbonos utilizado como fonte de energia pelas brucelas (Paulin & Ferreira Neto, 2008)

Nos bovinos, a concentração do eritritol altera conforme o período gestacional, atingindo elevados níveis próximo ao parto. A multiplicação da brucela no útero desencadeia uma reação necrótico-inflamatória nos placentomas e consequentemente o descolamento do cotilédone e da carúncula, gerando prejuízo na circulação materno-fetal, impossibilitando a passagem de nutrientes e oxigênio da mãe para o feto (Paulin & Ferreira Neto, 2008; Sola et al., 2014).

A infecção fetal resulta usualmente em líquido sero-sanguinolento em cavidades, pneumonia, hepatoesplenomegalia e sofrimento fetal, que geralmente culminam com a expulsão do feto no terço final da gestação. Os equídeos são animais que possuem ausência ou

baixa produção do eritritol, reduzindo assim o impacto da brucelose como doença da esfera reprodutiva nestas espécies, nos equídeos, portanto, o microrganismo apresenta predileção por bursas, tendões, ligamentos, sinovial e articulações, acarretando severa inflamação nestes locais (Lage et al., 2008; Ribeiro et al., 2008).

A infecção pela *B. abortus* induz no hospedeiro uma resposta imune tanto humoral quanto celular, sendo que a magnitude e a duração dessa resposta podem ser afetadas por fatores como virulência da amostra, idade, sexo, gestação, estado imune e espécie animal (Gorvel & Moreno, 2002). Assim como no homem, a infecção natural nos animais estimula o aparecimento simultâneo ou ligeiramente diferenciado de imunoglobulinas (Ig) das classes IgM e IgG. Durante a evolução da doença, ocorre o declínio e a tendência de desaparecimento da IgM, enquanto a IgG se estabelece e persiste por longo período (Araujo et al., 2009).

3.1.4 Sinais Clínicos

Nos bovídeos domésticos, em suínos e em cães, a brucelose é considerada doença da esfera reprodutiva (Oliveira, 2021). As perdas advindas da infecção por *B. abortus* estão relacionadas à baixa eficiência reprodutiva dos animais, com consequente diminuição da produção do rebanho. A ocorrência de abortos acarreta um aumento do intervalo entre partos que leva à diminuição da produção de leite. Associados aos abortos, a alta frequência de natimortos e bezerros nascidos fracos, que geralmente morrem ou têm seu crescimento prejudicado (Lage et al., 2008). Estima-se que a diminuição da produção de carne e leite seja da ordem de 25% e que o decréscimo da produção de bezerros seja da ordem de 15% (Caitano et al., 2014).

No aparelho reprodutivo do macho, existe uma fase inflamatória aguda, as bactérias podem instalar-se nos testículos, epidídimos e vesículas seminais, podendo causar necrose nesses órgãos, um dos possíveis sinais é a orquite uni ou bilateral, transitória ou permanente, provocando subfertilidade, infertilidade ou esterilidade (Carrazza et al., 2009). Entretanto, na espécie equina, os prejuízos econômicos decorrentes da brucelose são considerados inferiores quando comparados às outras espécies de interesse zootécnico, visto que são raros os transtornos reprodutivos nesses animais (Ribeiro et al., 2003).

Em equídeos a doença se manifesta sob a forma de lesões articulares crônicas e principalmente por inflamações em ligamentos, apresentando, na maioria das vezes, aumento

de volume na região da bolsa supra espinhosa, em forma de abscessos, que fistulam e drenam um material mucopurulento, turvo e floculento, contendo o agente infeccioso (Araujo et al., 2009). Em equídeos a doença se caracteriza por bursite, abscessos e fístula na cernelha, com presença ou não de fistulas, popularmente denominadas “Mal da Cernelha”, “Mal da Cruz”, “Bursite Cervical” ou “Abscesso de Cernelha”. O período de incubação é variável, perdurando de uma semana até quatro meses (Ribeiro et al., 2008).

São raras as descrições de abortamentos na espécie equina atribuídos à infecção pelo gênero *Brucella*. Em virtude disso os equídeos usualmente são considerados hospedeiros “acidentais” de *B. abortus*, de importância significativa na cadeia epidemiológica de transmissão entre plantéis de equídeos e para outras espécies (Ribeiro et al., 2003).

3.1.5 Controle e Profilaxia

As medidas de controle adotadas para brucelose geralmente são voltadas para bovinos e bubalinos e é baseada na vacinação e na eliminação de animais portadores da doença, consistindo na redução constante do número de focos, além do controle do trânsito de animais de reprodução e a certificação de propriedades livres da enfermidade por meio do diagnóstico, os animais positivos são eutanasiados e medidas de higiene são adotadas nas propriedades (Sola et al., 2014).

No início de 2001, o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) instituiu o PNCEBT que normatiza as estratégias e ações para o controle de brucelose e tuberculose no país, no intuito de criar propriedades livres e propriedades monitoradas para ambas as doenças. Dentre as estratégias do programa, a primeira a ser priorizada foi a implantação, em todo o país, do programa de vacinação obrigatória de bezerras bovinas e bubalinas de três a oito meses de idade com vacina B19 (Brasil, 2006).

A vacinação constitui-se uma medida preventiva e é empregada com intuito de reduzir a prevalência da doença (Caitano et al., 2014). As vacinas empregadas no Brasil, recomendadas pela OMSA, são a B19 e a vacina não indutora de anticorpos aglutinantes (amostra RB51). As vacinas B19 são elaboradas com amostras vivas atenuadas da *B. abortus* bv.1 estirpe B19, que apresentam imunidade mais duradoura, sendo portanto mais efetivas quando comparadas a outras vacinas, provenientes de amostras mortas (Paulin, 2003; Schurig et al., 2002).

Não havendo no Brasil medidas específicas de controle e/ou profilaxia para brucelose no equídea, as ações voltadas ao controle da brucelose em bovinos e búfalos são justificadas pelo fato da brucelose ter maior prevalência nessas espécies, depreende-se que as medidas profiláticas tomadas com os bovinos e bubalinos auxiliam no controle da brucelose em equídeos, especialmente em propriedades nas quais ocorre a coabitação entre as espécies (Ribeiro et al., 2008).

A doença é altamente contagiosa, portanto, a vigilância ativa em animais é essencial, destacando-se a necessidade das barreiras sanitárias e da constante vigilância epidemiológica dos órgãos oficiais de defesa animal. Apresentam importante impacto econômico no agronegócio, pois animais infectados devem ser abatidos (eutanásia) e determina a interdição de propriedades com focos comprovados da doença. Cabe aos profissionais do agronegócio a correta conscientização dos proprietários e criadores de equídeos para a biossegurança da equideocultura nacional, visando atingir o grau de sanidade equivalente a internacional (Said et al., 2016).

3.1.6 Diagnóstico

Segundo o PNCEBT, no Brasil preconiza para o diagnóstico de brucelose o teste do antígeno acidificado tamponado (AAT) como testes de rotina (triagem), e o teste do 2-mercaptoetanol (2ME – apenas em laboratórios credenciados ou oficiais), fixação de complemento (FC – apenas em laboratórios oficiais) e o teste de Polarização Fluorescente como testes confirmatórios, sendo que na espécie equina não existem testes específicos (Brasil, 2006).

Esses testes são realizados por médicos veterinários habilitados através de curso de treinamento e capacitação reconhecido pelo MAPA e após, requerer sua habilitação na Superintendência Federal de Agricultura, em conjunto com os órgãos estaduais de defesa sanitária animal, da respectiva unidade da Federação onde irá atuar (Lage et al., 2008).

3.1.6.1 Teste de Soroaglutinação com Antígeno Acidificado Tamponado (AAT)

O teste do antígeno acidificado tamponado (AAT) foi desenvolvido a partir da observação de que a IgG1 bovina é menos ativa em pH neutro, mudando o seu comportamento bioquímico em meio ácido. Assim sendo, o pH $3,65 \pm 0,05$ aumenta o poder de aglutinação da IgG, reduz a reatividade da IgM e destrói aglutininas inespecíficas (Paulin et al., 2002).

A prova do AAT consiste em uma soroaglutinação em placa, em que o antígeno, na concentração de 8% de volume celular, é tamponado em pH baixo (3,65) e corado com rosa de Bengala. Essa acidificação do antígeno reduz a atividade da IgM, tornando a prova seletiva para a identificação de IgG1 (Alton et al., 1988).

Entretanto o teste possui grande sensibilidade em animais vacinados com a vacina B19, podendo assim ocorrer reações falso-positivas (Abimerhi et al., 1998; Fosgate et al., 2002; MEGID et al., 2000; Meirelles-Bartoli & Mathias, 2010; Nicoletti & Tanya, 1993). Também há relatos de resultados falso negativos (Guarino et al., 2001; Molnár et al., 2002; Sandhu & Joshi, 1993). Recomenda-se, porém, que os positivos nesta prova sejam posteriormente testados por provas complementares (MEGID et al., 2000).

Visto que a sensibilidade é crucial na triagem inicial, a ocorrência de algumas amostras falso-positivas devem ser toleradas, para que possa ser detectado todo o animal infectado (Bricker, 2002). Assim, provas confirmatórias de maior especificidade devem ser realizadas, para evitar o sacrifício de animais não infectados, porém geralmente elas são mais caras e laboriosas (Nielsen, 2002).

3.1.6.2 Teste do 2-Mercaptoetanol (2-ME)

Segundo Melo et al. (2021), este teste é uma prova quantitativa que detecta a presença de IgG no soro, que é a imunoglobulina indicativa de infecção crônica. Deve ser realizada sempre em paralelo com a soroaglutinação lenta em tubo (SAL); a interpretação dos resultados é dada pela diferença entre os títulos dos soros sem tratamento (SAL), frente ao soro tratado com 2-ME, sendo este também reconhecido pelo PNCEBT.

A prova (2-Me) fundamenta-se na ação de certos compostos que contêm o radical tiol, que degrada a configuração em pentâmero da IgM, quebrando as pontes dissulfeto da IgM, reduzindo-a a unidades monoméricas, determinando assim a perda de sua atividade aglutinante, tornando o teste sujeito apenas às aglutinações estabelecidas pela classe IgG, que não sofre alteração na sua atividade, na presença desse reagente, aumentando a especificidade do teste (Guarino et al., 2001).

O 2-ME detecta tanto IgG1 como IgG2 (NIELSEN, 1984). Embora a tendência analítica a favor da detecção da IgG1 sobre a IgG2 não seja tão grande quanto nos testes tamponados, é interessante notar que o tratamento com o 2-ME provoca aumento na sensibilidade do teste, pela promoção da reatividade de IgG1, aumentando a tendência em detectá-la, enquanto que a reatividade da IgG2 está reduzida (Nielsen & Ducan, 1990; Paulin et al., 2002). Provavelmente o fenômeno ocorra devido ao pH ácido (5,5) que a droga proporciona ao meio contendo soro e 1 mL de 2-ME a 0,714% (Alton, 1978).

MEGID et al., (2000) sugerem que a prova do 2-ME gera reações falso-positivas em menor quantidade que as provas de SAL, soroaglutinação rápida em lâmina (SAR) e AAT.

3.1.6.3 Teste de Soroaglutinação em Tubos (SAT)

É a prova sorológica mais antiga e ainda hoje bastante empregada, conhecida também como prova lenta (SAL), porque a leitura dos resultados é feita em 48 horas, esse teste é utilizado em associação com o teste do 2-Mercaptoetanol para confirmar resultados positivos em provas de rotina. É uma prova padronizada frente a um soro padrão internacional, sendo o resultado expresso em unidades internacionais (Sola et al., 2014).

3.1.6.4 Fixação de Complemento (FC)

É o teste de referência recomendado pela OMSA para o trânsito internacional de animais, sendo utilizado no diagnóstico confirmatório da doença (Arruda et al., 2012).

O teste de fixação de complemento é utilizado para o diagnóstico da brucelose em bovinos, e também se mostra eficiente no diagnóstico da brucelose humana. Em ruminantes tem a vantagem de ser, relativamente, insensível aos anticorpos produzidos em resposta à vacinação com amostra 19 de *B. abortus*, sendo altamente sensível e específico em animais naturalmente infectados pela brucelose (Paulin et al., 2002). O teste é um pouco complexo, sendo importante o uso prévio de um teste de estudo em massa, assim como é o AAT, que também é utilizado para reduzir o número de amostras a serem testadas pelo fixação de complemento (Alton et al., 1988).

Nielsen & Ducan (1990) citam a IgG1 como único anticorpo detectado no FC em bovinos, o que eleva a especificidade do teste e não chega a interferir no seu desempenho, pois a detecção de IgG1 compensa a restrição da IgG2, além da resposta de IgG1 ser predominante sobre IgG2 em animais naturalmente infectados (Paulin et al., 2002).

3.1.6.5 Teste Polarização fluorescente

O teste de Polarização Fluorescente (TPF) se baseia na velocidade de rotação de uma molécula dentro de uma solução. Quanto maior e mais pesada for uma molécula, menor sua taxa de rotação (Ducrotoy et al., 2016). Para a brucelose, o TPF é baseado na diferença rotacional entre o antígeno solúvel (LPS) marcado com fluorocromo e a mesma molécula ligada ao anticorpo quando um plano de luz polarizada em um comprimento de onda apropriado o excita (Nielsen, 2002).

Moléculas menores giram aleatoriamente, a uma velocidade maior, resultando em maior despolarização da luz, ao passo que complexos maiores giram mais lentamente, e a despolarização da luz ocorre a uma taxa mais reduzida. Essa mudança da polarização da luz é detectada por um analisador de polarização fluorescente (Nielsen & Gall, 2001).

O TPF é muito preciso e a sensibilidade/especificidade pode ser manipulada alterando o valor de corte entre reações positivas e negativas para fornecer um teste de triagem altamente sensível, bem como um teste de confirmação altamente específico. O FPA pode distinguir anticorpos induzidos por vacina na maioria dos animais vacinados entre 3 e 8 meses de idade (Nielsen & Yu, 2010).

3.1.7 Tratamento

O tratamento para a brucelose animal, segundo o PNCEBT, não é recomendado, pois existe grande risco de insucesso, devido à presença intracelular da bactéria, que impede os antibióticos de alcançarem concentrações ótimas para a sua eliminação (Sola et al., 2014). Além da manutenção do agente etiológico no ambiente, prejudicando o controle e erradicação da doença (Gradela et al., 2015).

Segundo Thomassian (2005) em equídeos o tratamento poderá ser considerado se realmente houver interesse zootécnico ou econômico, devido ao alto custo. Contudo, estes ensaios foram conduzidos em situações controladas, com pequeno número de animais e não mostraram efetividade que justificasse a manutenção dos equinos tratados no plantel, ou mesmo os riscos para o homem no manejo dos animais tratados, permanecendo a recomendação de eutanásia para equinos com diagnóstico microbiológico e/ou sorológico de brucelose (Ribeiro et al., 2008).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Uso de Animais do Instituto de Biodiversidade e Floresta da Universidade Federal do Oeste do Pará, CEUA/IBEFF (Autorização nº 12.004/12).

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na região oeste do estado do Pará, leste do Brasil (**Figura 1**). Essa região compreende 24 municípios dos quais 22 foram incluídos na população-alvo, totalizando 51.231 equídeos distribuídos em 10.031 fazendas de acordo com IBGE (IBGE, 2019). O clima da região é do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 25,9°C e precipitação média anual de 2150 mm, com forte concentração entre janeiro e junho e, mais raramente, de julho a dezembro (Rocha, 2009).

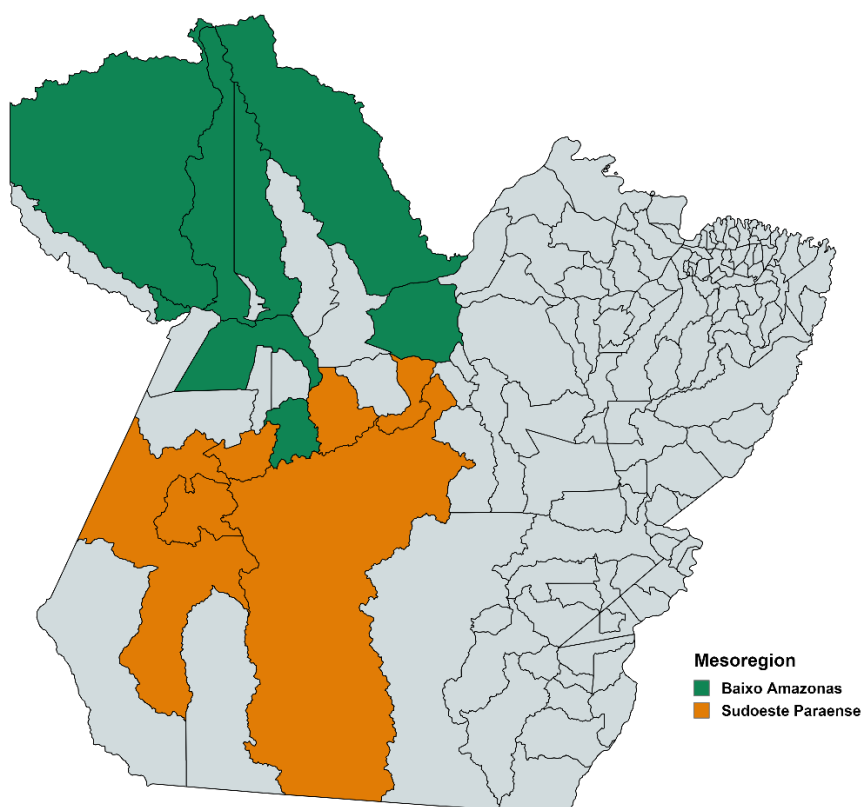


Figura 1 Região de estudo identificada através das mesorregiões em destaque no mapa.

4.2 ESTUDO EM EQUÍDEOS DE FAZENDA

Um estudo transversal com amostragem por cluster em um estágio foi desenhado para estimar a soroprevalência de anticorpos contra brucelose em equídeos criados em fazendas, considerando cluster uma fazenda com equídeos conforme o trabalho de Moreira et al., (2019). O número de clusters (N_c) foi obtido de acordo com a fórmula descrita por Thrusfield (1997): $N_c = 1,96^2 [n \cdot V_c + P (1 - P)] / n \cdot d^2$; onde n = número médio de equídeos por cluster; V_c = variância entre clusters; P = prevalência assumida; e d = precisão absoluta.

Para distribuir as fazendas (clusters) entre os 22 municípios, foi realizada amostragem proporcional estratificada que considera o número total de fazendas em cada município de acordo com a fórmula: $SN = (n \cdot 100 / N) \cdot NT / 100$; onde SN = número amostral de fazendas em cada município; n = número de fazendas em cada município; N = número total de fazendas na região; NT = tamanho da amostra (previamente calculado) = 101. Entre os 22 municípios, foram visitados 18 com uma ou mais fazendas. E para a realização do presente estudo foram utilizadas amostras de 14 municípios do Oeste do Pará.

O número de amostras em cada propriedade foi definido como o número de animais presentes no momento da visita, de acordo com a disponibilidade dos proprietários. Uma lista com o nome do agricultor, localização da fazenda e número de cavalos, disponibilizada pela Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará, foi utilizada para selecionar as fazendas de cada município.

4.3 ESTUDO EM EQUÍDEOS DE ESPORTE

Os equídeos criados para a prática de esportes circulam entre os municípios para participarem de eventos. Considerando que não havia informações sobre o número de cavalos utilizados para esse fim, foi realizada uma amostragem por conveniência. Visitou-se vários eventos esportivos e realizou-se coleta de amostras dos cavalos após o consentimento dos proprietários.

4.4 ESTUDO EM EQUÍDEOS DE CARROÇA (CAVALOS DE CARROÇA)

Os equídeos utilizados como força de tração na área urbana para transporte de mercadorias (principalmente resíduos ferrosos e entulhos) estão presentes no Brasil, conhecidos como cavalos de carroça. Considerando que não havia informações sobre o número de cavalos utilizados para esse fim, foi realizada uma amostragem por conveniência. Durante a amostragem de cavalos de fazenda, em cada município visitado buscou-se cavalos carroceiros por meio de contato com associações locais e órgãos governamentais. Se os cavalos carroceiros estivessem presentes, eles eram incluídos no estudo. O número de equídeos incluídos foi o número total de cavalos na área urbana que o proprietário permitia a amostragem e/ou toda a lista de proprietários de cavalos de carroça, quando havia associação.

4.5 COLETA DE AMOSTRAS

As amostras utilizadas nesse trabalho são provenientes das análises dos seguintes estudos: Minervino et al. (2019) e Moreira et al. (2019). Essas amostras foram obtidas por punção venosa jugular utilizando sistema de vácuo estéril com tubos sem anticoagulante. O sangue foi centrifugado a $2000 \times g$ por 10 min, e o soro foi aliquotado e armazenado a -35°C para as análises.

4.6 ANÁLISES SOROLÓGICAS

Os soros foram analisados quanto à presença de anticorpos contra Brucelose equina. No diagnóstico de *Brucella abortus* foi utilizado o teste AAT como método de triagem e (2-ME) para a confirmação. Controles positivos e negativos foram utilizados durante a realização dos experimentos.

4.6.1 Teste do antígeno acidificado tamponado (AAT)

Esse método, também conhecido como teste rosa de Bengala e ou “card test”, foi realizado conforme a técnica recomendada no Manual Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose (Brasil, 2006).

O método consiste em colocar 0,03 mL do soro em contato com 0,03 mL do antígeno, em uma placa de vidro quadriculada, homogeneizar e manter a placa em movimentos rotatórios lentos e constantes até o momento da leitura, que é feita após quatro minutos de reação, observando, com ou auxílio de uma caixa com luz (ou aglutinoscópio), se há ocorrência dos grumos de aglutinação (resultado positivo) ou não (resultado negativo). O antígeno empregado nessa técnica é preparado com *Brucella abortus* amostra 1119/3, corado com rosa de Bengala, na concentração de 8,0% de volume celular, pH 3,63.

4.6.2 Teste do 2-mercaptoetanol (2-ME)

Esta técnica foi realizada conforme a metodologia recomendada pelo Manual Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose (Brasil, 2006). Foi utilizado antígeno de célula total (antígeno para soroaglutinação lenta), preparado com *Brucella abortus* amostra 1119/3 diluída a 4,5% em solução salina a 0,85% contendo 0,5% de fenol.

Como diluente foi empregado solução salina 0,85% contendo 0,5% de fenol para diluição do antígeno no teste prova lenta (SAL) em tubos 100 (cem) vezes. Para as análises de 2-ME foi empregada diluição do antígeno em solução salina 0,85% sem adição de fenol em tubos 50 (cinquenta) vezes. Sendo a solução 2-ME preparada a 0,1 M.

Para cada amostra de soro a testar foi colocado em uma estante, duas fileiras de quatro tubos. A primeira fileira correspondente às quatro diluições do soro SAL e marcada com a letra T. A outra fileira correspondente ao teste do 2-ME marcada com a letra M;

Os soros foram testados em diluições duplas (SAL e 2-ME) a partir da diluição 1/25 até 1/200, trabalhando-se com volume final de 2 mL da mistura diluente-soro-antígeno. No primeiro tubo da primeira fileira depositou-se 0,08 mL de soro, no segundo tubo 0,04 mL, no

terceiro 0,02 mL e no quarto 0,01 mL. Repetindo-se o procedimento descrito para depositar as mesmas quantidades de soro na segunda fileira de tubos (série do 2-ME).

Após, agregou-se a cada um dos quatro tubos das fileiras T, 2 mL do antígeno diluído 1:100 em solução salina fenicada. E 1 mL de solução de 2-ME 0,1M (diluído em solução salina sem fenol) a cada um dos tubos das fileiras M. Misturou-se bem as estantes e as amostras ficaram em repouso por 30 minutos. Após colocou-se em cada tubo da fileira M, 1 mL do antígeno diluído 1:50 em solução salina (sem fenol) sendo as amostras incubadas. A leitura foi realizada após incubação por 48 horas a 37°C, observando-se a formação de grumos de aglutinação nas amostras positivas. Sendo a leitura realizada através de um fundo preto com auxílio de uma luz indireta e seguindo a interpretação da (**Tabela 2**) de acordo com o PNCEBT.

Tabela 2 Interpretação do teste do 2-ME para fêmeas não vacinadas e machos, com idade superior a oito meses

Teste soroaglutinação lenta (UI/ml)	Teste do 2-ME (UI/ml)	Interpretação
≤ 25	< 25	Negativo
≥ 50	< 25	Inconclusivo
≥ 25	≥ 25	Positivo

Fonte: PNCEBT UI – Unidade Internacional

4.7 LEVANTAMENTO EPIDEMIOLÓGICO

Durante a coleta das amostras, utilizou-se um questionário epidemiológico para obter informações sobre características dos animais (espécie, sexo, raça e idade), manejo e condições locais (presença de bovinos, ectoparasitas, tipo de animal e município de origem) que possam atuar como fatores de risco para a soroprevalência das enfermidades. Considerou-se o habitat de cada equídeo, ou seja, a casa do proprietário ou o local de pastagem e descanso, para identificar a presença ou ausência de outras espécies de animais.

4.8 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS EQUÍDEOS

Para os três tipos de equídeos (Fazenda, esporte e carroceiro), 1.059 animais, incluindo 1.039 equinos (*Equus caballus*), 13 burros e 7 mulas tiveram suas amostras analisadas pelo teste de triagem AAT, em seguida as amostras positivas foram analisadas através do teste confirmatório para brucelose 2 - ME. As amostras desse estudo incluem 75 fazendas rurais de 14 municípios do Oeste do Pará.

Os equídeos utilizados para o esporte e os cavalos carroceiros não foram encontrados em todos os municípios. Foram coletadas amostras de cavalos de esporte em eventos ocorridos nos municípios de Santarém (12), Itaituba (65), Altamira (20), Rurópolis (43), Uruará (73) e no centro de treinamento esportivo do município de Brasil Novo (13). E amostras de cavalos carroceiros nos seguintes municípios: Brasil Novo (6), Itaituba (12), Óbidos (2), Santarém (31) e Terra Santa (5).

4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para realização da análise estatística, todos os dados foram tabulados para determinar a frequência de equídeos soropositivos e soronegativos para anticorpos contra *Brucella* sp. A prevalência de equídeos positivos foi calculada como o número de animais positivos dividido pelo número total de equídeos examinados x 100. Foi calculada a prevalência de animais positivos considerando todos os animais positivos no teste de triagem e considerando apenas os animais positivos também no teste confirmatório com 2-ME.

Para a prevalência do rebanho, uma fazenda foi considerada positiva se pelo menos um equídeo na fazenda estivesse positivo. A análise univariada foi realizada pelo teste Qui-quadrado para investigar a associação da prevalência de anticorpos contra *Brucella abortus* e possíveis fatores de risco obtidos por meio de questionário epidemiológico.

Posteriormente, foi construído um modelo multivariado incluindo todos os fatores de risco hipotéticos que apresentaram valor $P < 0,200$ na análise univariada. Uma regressão logística binária logit com um método hierárquico de eliminação passo a passo regressiva foi usado com a categoria de risco mais baixa considerada como a linha de base. As variáveis foram

retidas se o valor P da regressão logística fosse $< 0,05$, caso contrário, foram removidas do modelo final.

A validade e a confiabilidade do modelo foram avaliadas pelo teste de ajuste de Hosmer-Lemeshow. Os dados foram analisados por meio do software Minitab 17 (Minitab Inc., State College, EUA). As razões de chances com intervalos de confiança de 95% (IC 95%) foram calculadas usando o software Prism (GraphPad Software Inc. 6, La Jolla, CA, EUA). Neste estudo foi utilizado um nível de significância de 5%.

5 RESULTADOS

5.1 DETECÇÃO DE ANTICORPOS CONTRA BRUCELOSE EQUÍDEA - TESTE AAT

Dos 1059 animais amostrados no teste de triagem AAT, 44 foram reagentes tendo uma prevalência a nível animal de 4,15% (IC 95%: 3-5,5) nessa análise. Trinta e seis dos 777 cavalos de fazenda (4,63% - IC 95%: 3,2-6,3), quatro dos 226 de esporte (1,77% - IC 95%: 0,4-4,4) e quatro dos 56 animais carroceiros (7,14% - IC 95%: 1,9 – 17,3) foram soropositivos. Dos 14 municípios amostrados neste estudo apenas em cinco (Almeirim, Placas, Porto de Móz, Terra Santa e Trairão) não foram identificados cavalos soropositivos ao teste AAT.

A distribuição da frequência de anticorpos contra *Brucella* sp. em diferentes municípios são encontrados na **tabela 3** onde observa-se que apenas os municípios Almeirim, Placas, Porto de Móz, Terra Santa e Trairão apresentaram prevalência nula no teste de triagem.

Tabela 3 Frequência de anticorpos contra Brucelose em equídeos através do teste AAT em diferentes municípios do oeste do Pará.

Município	Positivos/testados	Prevalência (95% IC)
Mesoregião Baixo Amazonas	11/278	3,96% (1,9-6,9)
Alenquer	2/20	10% (1,2-31,6)
Almeirim	0/6	-
Óbidos	5/68	7,35% (2,4-16,3)
Oriximiná	1/3	33,33% (0,8-90,5)
Placas	0/58	-
Porto de Móz	0/9	-
Santarém	3/95	3,16% (0,6-8,9)
Terra Santa	0/19	-
Mesoregião Sudoeste Paraense	33/781	4,23% (2,9-5,9)
Altamira	5/141	3,55% (1,1-8,0)
Brasil Novo	1/159	0,63% (0,01-3,4)
Itaituba	15/182	8,24% (4,6-13,2)
Rurópolis	5/95	5,26% (1,7-11,8)
Trairão	0/5	-
Uruará	7/199	3,52% (1,4-7,1)

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

A representação da prevalência do teste por município pode ser observada na **figura 2** que caracteriza os municípios que obtiveram prevalência nula já mencionados anteriormente, 0,1 a 5% (Santarém, Uruará, Brasil Novo e Altamira) e > 5% (Oriximiná, Óbidos, Alenquer, Rurópolis e Itaituba).

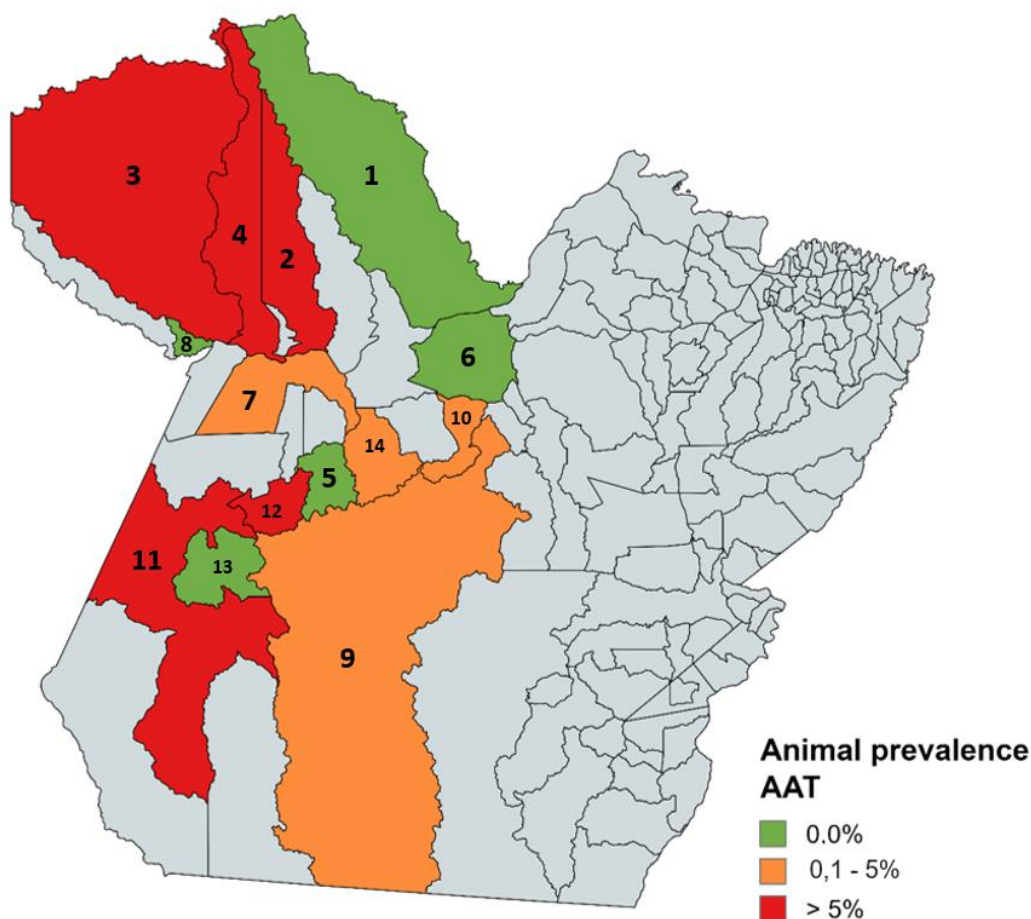


Figura 2 Teste AAT: Prevalência de anticorpos contra Brucelose equina por município. Municípios 0,0%: Almeirim (1), Porto de Móz (6), Terra Santa (8), Placas (5) e Trairão (13). Municípios 0,1-5%: Santarém (7), Uruará (14), Brasil Novo (10) e Altamira (9). Municípios > 5%: Oriximiná (3), Óbidos (4), Alenquer (2), Rurópolis (12) e Itaituba (11). Cidades em cinza não foram incluídas no estudo.

A **tabela 4** mostra a análise de fatores de risco para Brucelose através do teste AAT em todos os equídeos amostrados. Observa-se que não houve diferenças entre a prevalência de anticorpos contra Brucelose no teste AAT entre os diferentes tipos de equídeos ($p = 0,085$), mesoregião ($p = 0,847$), microregião ($p = 4$), sexo ($p = 0,858$), espécie ($p = 0,200$), faixa etária ($p = 0,526$), animais de várzea ($p = 0,607$) e com problemas reprodutivos ($p = 0,374$). Já o fator de risco raça ($p = 0,032$) foi associada à prevalência de anticorpos contra Brucelose sendo 39

animais positivos dos 749 equídeos SRD amostrados 4,95% (IC 95%: 3,5-6,7) e 5 animais positivos dos 266 equídeos puros amostrados 1,85% (IC 95%: 0,6-4,2).

Tabela 4 Fatores de risco para prevalência de anticorpos contra Brucelose em equídeos através do teste AAT no oeste do Pará, Brasil.

Fator de risco	Positivos/total	Prevalência (95% IC)	P-value	OR (95% IC)
Tipo de animal			0,085	β
Carroceiro	4/56	7,14% (1,9 – 17,3)		
Esporte	4/226	1,77% (0,4-4,4)		
Fazenda	36/777	4,63% (3,2-6,3)		
Mesoregião			0,847	β
Baixo Amazonas	11/278	3,96% (1,9-6,9)		
Sudoeste Paraense	33/781	4,23% (2,9-5,9)		
Microregião			4	β
Almeirim	0/15	-		
Altamira	13/499	2,61% (1,3-4,4)		
Itaituba	20/282	7,09% (4,3-10,7)		
Óbidos	6/90	6,67% (2,4-13,9)		
Santarém	5/173	2,89% (0,9-6,6)		
Sexo			0,858	β
Fêmea	18/447	4,03% (2,4-6,2)		
Macho	26/612	4,15% (2,7-6,1)		
Espécie			0,200	β
Equino	42/1039	4,04% (2,9-5,4)		
Muar	2/20	10% (1,2-31,6)		
Raça			0,032	2,77 (1,1 – 7,1)
Puro	5/271	1,85% (0,6-4,2)		
SRD	39/788	4,95% (3,5-6,7)		
Faixa etária			0,526	β
<02	2/39	5,13% (0,6-17,3)		
>7	29/622	4,66% (3,1-6,6)		
02 a 06	13/398	3,27% (1,7-5,5)		
Várzea			0,607	β
Não	38/940	4,04% (2,9-5,5)		
Sim	6/119	5,04% (1,9-10,6)		
Problemas reprodutivos			0,374	β
Não	43/1048	4,10% (2,9-5,4)		
Sim	1/11	9,09% (0,2-41,20)		

Fonte: Elaborada pela autora (2024). β OR não disponível pois a variável não foi mantida no modelo final da análise multivariada.

Com relação a prevalência de brucelose por fazenda/rebanho através do teste AAT (**tabela 5**) pode-se observar que das 75 fazendas amostradas em 20 haviam pelo menos um animal soropositivo 26,6%. A Herd-level prevalence pode ser observada na **figura 3** que caracteriza a frequência de anticorpos contra brucelose nula nos rebanhos dos seguintes municípios: Almeirim, Placas, Porto de Móz, Trairão e Terra Santa; Rebanhos 0,1 – 40,0%: Alenquer, Brasil Novo e Santarém. Rebanhos 40,1 – 80,0%: Altamira, Óbidos, Rurópolis e Uruará. Rebanhos $\geq 100,0\%$: Itaituba e Oriximiná.

Tabela 5 Prevalência da Brucelose equídea teste AAT por fazenda/rebanho.

Município	Positivos/total	Prevalência
Altamira	5/121	5/11 (45,45%)
Al-1	2/16	12,5%
Al-2	1/47	2,1%
Al-3	0/24	-
Al-4	0/1	-
Al-5	1/1	100%
Al-6	1/6	16,7
Al-7	0/5	-
ALTA	0/6	-
ALTB	0/3	-
ALTC	0/4	-
ALTD	0/8	-
Almeirim	0/6	-
ALMA	0/3	-
ALMB	0/3	-
Alenquer	2/20	2/5 (40%)
ALQ1	0/4	-
ALQ2	0/4	-
ALQ3	0/3	-
ALQ4	0/3	-
ALQ5	2/6	33,3%
Brasil Novo	1/140	1/12 (8,33%)
BN-A	0/2	-
BN-B	0/21	-
BN-C	0/11	-
BN-D	0/12	-
BN-E	0/13	-
BN-F	1/11	9,1%
BN-G	0/10	-
BN-H	0/9	-
BN-I	0/4	-
BN-J	0/10	-
BN-L	0/12	-

BN-M	0/25	-
Itaituba	13/105	13/8 (162,5%)
IT-1	0/11	-
IT-2	0/14	-
IT-3	2/13	15,4%
IT-4	0/14	-
IT-5	4/16	25%
IT-6	7/32	21,9
ITA	0/2	-
ITB	0/3	-
Óbidos	5/66	5/8 (62,5%)
OB-A	0/5	-
OB-B	0/2	-
OB-C	1/11	9,1%
OB-D	0/2	-
OB-E	1/4	25%
OB-F	1/5	20%
OB-H	0/2	-
OB-I	2/35	5,7%
Oriximiná	1/3	1/1 (100%)
OXA	1/3	33,3%
Placas	0/58	-
PL-1	0/14	-
PL-2	0/4	-
PL-3	0/20	-
PL-4	0/20	-
Porto de Móz	0/9	-
PMA	0/9	-
Rurópolis	3/52	3/ 4 (75%)
RR-1	3/19	15,8%
RR-2	0/13	-
RR-3	0/9	-
RR-4	0/11	-
Santarém	1/52	1/ 4 (25%)
SA-A	0/42	-
SA-B	0/6	-
SA-C	1/1	100%
SA-D	0/3	-
Trairão	0/5	-
TRA	0/1	-
TRB	0/2	-
TRC	0/2	-
Terra Santa	0/14	-
TR-1	0/8	-
TR-2	0/3	-
TR-3	0/1	-
TR-4	0/1	-

TR-5	0/1	-
Uruará	5/126	5/7 (71,4%)
UR-A	0/11	-
UR-B	0/5	-
UR-C	1/20	5%
UR-D	1/6	16,7%
UR-F	2/37	5,4%
UR-G	1/37	2,7%
UR-H	0/10	-
Geral	36/777	20/75 (26,6%)

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

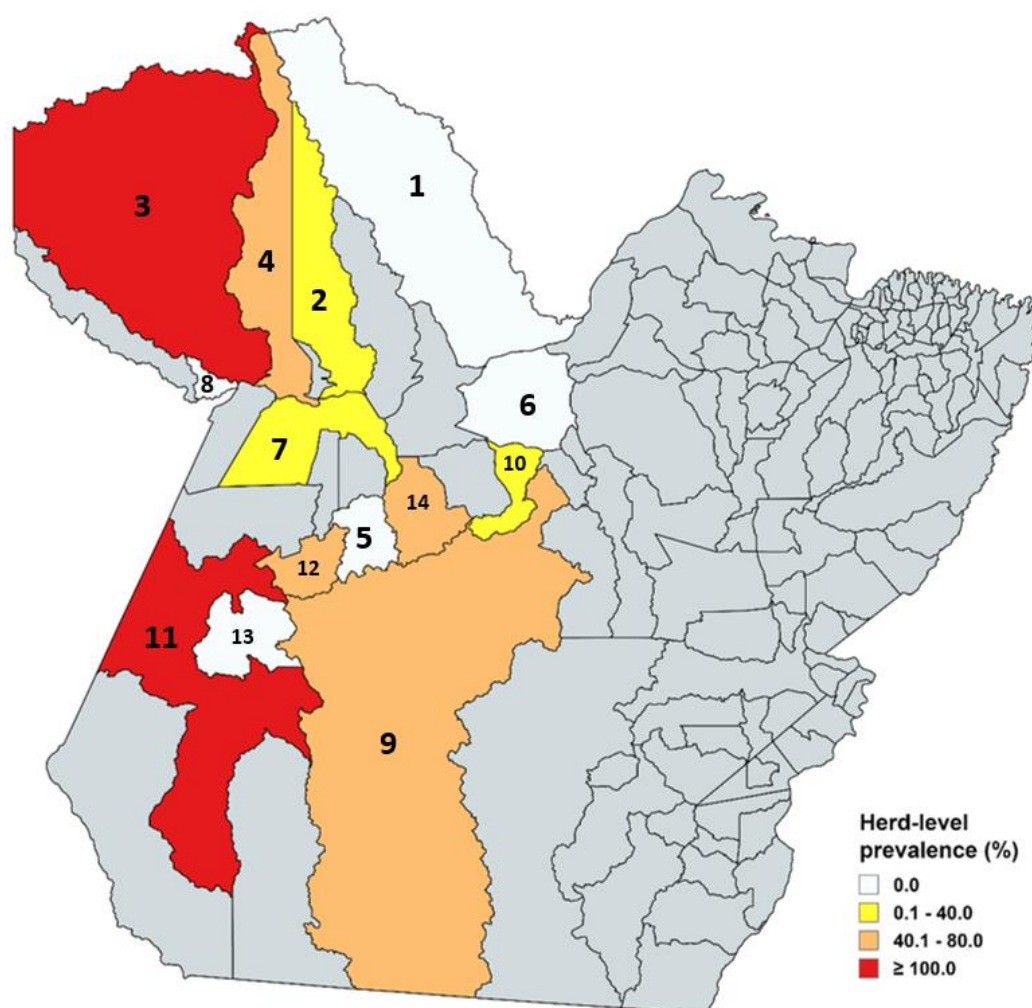


Figura 3 Teste AAT: Prevalência de anticorpos contra Brucelose equina por rebanho. Municípios 0,0%: Almeirim (1), Placas (5), Porto de Móz (6), Trairão (13) e Terra Santa (8). Municípios 0,1 – 40,0%: Alenquer (2), Brasil Novo (10) e Santarém (7). Municípios 40,1 – 80,0%: Altamira (9), Óbidos (4), Rurópolis (12) e Uruará (14). Municípios ≥ 100,0%: Itaituba (11) e Oriximiná (3).

5.2 DETECÇÃO DE ANTICORPOS CONTRA BRUCELOSE EQUÍDEA - TESTE 2 ME

Das 44 amostras positivas no teste de triagem AAT apenas 11 amostras foram positivas no teste confirmatório para brucelose (2-ME) sendo 18 negativas e 15 inconclusivas. Tendo essa pesquisa uma prevalência a nível animal de 1,03% (IC 95%: 0,5-1,8) para Brucelose equídea no Oeste do Pará. Dos animais positivos 2 desempenham atividades esportivas e 9 são animais criados em fazendas exercendo atividades ligadas a bovinocultura. Não havendo nenhum animal carroceiro positivo. Dentre os 11 animais positivos, 6 são provenientes do município de Uruará, 2 de Altamira, 1 de Itaituba, 1 de Brasil Novo e 1 de Rurópolis. Ambas as cidades localizadas na Mesoregião Sudoeste Paraense. A distribuição da frequência de anticorpos contra *Brucella* sp. no teste confirmatório em diferentes municípios são encontrados na **tabela 6**.

Tabela 6 Frequência de anticorpos contra Brucelose em equídeos através do teste confirmatório 2 ME em diferentes municípios do oeste do Pará.

Município	Positivos/total	Prevalência (95% IC)
Mesoregião Baixo Amazonas	0/278	-
Alenquer	0/20	-
Almeirim	0/6	-
Óbidos	0/68	-
Oriximiná	0/3	-
Placas	0/58	-
Porto de Móz	0/9	-
Santarém	0/95	-
Terra Santa	0/19	-
Mesoregião Sudoeste Paraense	11/770	1,41% (0,7-2,5)
Altamira	2/141	1,42% (0,1-5)
Brasil Novo	1/159	0,63% (0,01-3,4)
Itaituba	1/182	0,55% (0,01-3)
Rurópolis	1/95	1,05% (0,02-5,7)
Trairão	0/5	-
Uruará	6/199	3,02% (1,1-6,5)

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Nesse estudo 15 animais tiveram análises inconclusivas no teste de 2-ME (**tabela 7**), ressalta-se que não foi possível realizar outro teste confirmatório, pois não havia quantidade de

soro suficiente nas amostras. Enfatiza-se também a impossibilidade de nova coleta, uma vez que os animais não se encontram mais nas propriedades e ou eram animais carroceiros não possuindo destino exato. Destaca-se que o teste AAT é recomendado como método de rotina (triagem), enquanto o 2-ME e FC como provas confirmatórias, embora somente a FC seja preconizada para o comércio e trânsito internacional de animais (Brasil, 2006).

Tabela 7 Resultados obtidos nas provas da SAL e 2-mercaptoetanol para os animais reagentes no teste de triagem de AAT.

Espécie	Sexo	Raça	Cidade	SAL	2-ME	Diagnóstico
Equino	M	PURO	Uruará	100	100	POSITIVO
Equino	M	PURO	Uruará	200	200	POSITIVO
Equino	M	SRD	Uruará	100	100	POSITIVO
Equino	F	SRD	Uruará	100	100	POSITIVO
Equino	M	SRD	Uruará	100	100	POSITIVO
Equino	F	SRD	Uruará	200	200	POSITIVO
Equino	F	SRD	Uruará	200 I	NR	INCONCLUSIVO
Equino	F	SRD	Itaituba	200 I	NR	INCONCLUSIVO
Equino	F	SRD	Itaituba	25	25	POSITIVO
Equino	M	SRD	Itaituba	100 I	NR	INCONCLUSIVO
Equino	F	SRD	Itaituba	25 I	NR	NEGATIVO
Equino	F	SRD	Itaituba	NR	NR	NEGATIVO
Equino	F	SRD	Itaituba	25	NR	NEGATIVO
Equino	M	SRD	Itaituba	200 I	NR	INCONCLUSIVO
Equino	M	SRD	Itaituba	50 I	NR	INCONCLUSIVO
Equino	F	SRD	Itaituba	50 I	NR	INCONCLUSIVO
Equino	F	SRD	Itaituba	NR	NR	NEGATIVO
Equino	M	SRD	Itaituba	NR	NR	NEGATIVO
Equino	M	SRD	Itaituba	NR	NR	NEGATIVO
Equino	F	SRD	Itaituba	NR	NR	NEGATIVO
Equino	F	SRD	Altamira	NR	NR	NEGATIVO
Equino	M	SRD	Altamira	50	50	POSITIVO
Equino	F	SRD	Altamira	50 I	NR	INCONCLUSIVO
Equino	M	SRD	Altamira	25 I	NR	NEGATIVO
Equino	M	SRD	Altamira	200	200	POSITIVO
Equino	F	SRD	B. Novo	200	200	POSITIVO
Equino	M	PURO	Rurópolis	100 I	NR	INCONCLUSIVO
Equino	M	PURO	Rurópolis	200 I	NR	INCONCLUSIVO
Equino	M	SRD	Rurópolis	200	50	POSITIVO
Equino	M	SRD	Rurópolis	100 I	NR	INCONCLUSIVO
Equino	F	SRD	Rurópolis	200 I	NR	INCONCLUSIVO
Equino	M	SRD	Santarém	100 I	NR	INCONCLUSIVO
Equino	M	SRD	Santarém	200 I	NR	INCONCLUSIVO
Muar	M	SRD	Itaituba	100 I	NR	INCONCLUSIVO
Equino	M	SRD	Itaituba	50 I	NR	INCONCLUSIVO
Equino	M	PURO	Oriximina	25 I	NR	NEGATIVO

Equino	M	SRD	Óbidos	25	NR	NEGATIVO
Equino	F	SRD	Óbidos	25 I	NR	NEGATIVO
Equino	M	SRD	Óbidos	25 I	NR	NEGATIVO
Muar	M	SRD	Óbidos	25 I	NR	NEGATIVO
Equino	F	SRD	Óbidos	NR	NR	NEGATIVO
Equino	M	SRD	Santarém	NR	NR	NEGATIVO
Equino	F	SRD	Alenquer	25 I	NR	NEGATIVO
Equino	M	SRD	Alenquer	NR	NR	NEGATIVO

Fonte: Elaborada pela autora (2024). (I): Inconclusivo, (NR): Não Reagente.

A **tabela 8** mostra a análise de fatores de risco para Brucelose em equídeos através do teste confirmatório 2 - ME. Houve diferença significativa na Mesoregião ($P = 0,047$), onde todos os animais positivos são oriundos do Sudoeste Paraense. Observa-se que não houve diferenças significativas entre a raça ($p = 0,571$) considerando o limitado número de animais positivos: SRD 9/788 - 1,14% (IC 95%: 0,5-2,1) e puro 2/271 - 0,74% (IC 95%: 0,08-2,6). Dentre os animais positivos 7 são machos e 4 fêmeas, 9 com aptidão para o trabalho e 2 com atividades reprodutivas sendo ambos da espécie *Equus caballus* com idade superior a 7 anos de idade e sem nenhum tipo de problemas reprodutivos.

A distribuição dos municípios positivos e negativos para anticorpos contra *Brucella* sp. estão representadas na **figura 4** sendo negativos os seguintes municípios: Almeirim, Porto de Móz, Alenquer, Óbidos, Oriximiná, Terra Santa, Santarém, Placas e Trairão. E positivos os municípios: Brasil Novo, Uruará, Altamira, Rurópolis e Itaituba para Brucelose em equídeos do Oeste do Pará.

Com relação a prevalência de brucelose por fazenda/rebanho através do teste 2-ME (**tabela 9**) pode-se observar que das 75 fazendas amostradas em 8 havia pelo menos um animal soropositivo 10,66%. A Herd-level prevalence pode ser observada na **figura 5** que caracteriza os municípios que obtiveram rebanhos negativos: Almeirim, Porto de Móz, Alenquer, Óbidos, Oriximiná, Terra Santa, Santarém, Placas e Trairão e municípios com rebanhos positivos: Brasil Novo, Uruará, Altamira, Rurópolis e Itaituba

Tabela 8 Fatores de risco para prevalência de anticorpos contra Brucelose em equídeos através do teste confirmatório 2 ME no oeste do Pará, Brasil.

Fator de risco	Positivos/total	Prevalência (95% IC)	P-value
Tipo de animal			2
Carroceiro	0/56	-	
Esporte	2/226	0,88% (0,1-3,1)	
Fazenda	9/777	1,16% (0,5-2,9)	
Mesoregião			0,047
Baixo Amazonas	0/278	-	
Sudoeste Paraense	11/781	1,41% (0,7-2,5)	
Microregião			4
Almeirim	0/15	-	
Altamira	9/499	1,80% (0,8-3,3)	
Itaituba	2/282	0,71% (0,08-2,5)	
Óbidos	0/90	-	
Santarém	0/173	-	
Sexo			0,693
Fêmea	4/447	0,89% (0,2-2,2)	
Macho	7/612	1,14% (0,4-2,3)	
Espécie			1
Equino	11/1039	1,06% (0,5-1,9)	
Muar	0/20	-	
Raça			0,571
Puro	2/271	0,74% (0,08-2,6)	
SRD	9/788	1,14% (0,5-2,1)	
Faixa etária			2
<02	0/39	-	
>7	10/622	1,61% (0,7-2,9)	
02 a 06	1/398	0,25% (0,006-1,3)	
Uso			2
Esporte	0/19	-	
Reprodução	2/299	0,67% (0,08-2,4)	
Trabalho	9/741	1,21% (0,5-2,3)	
Problemas reprodutivos			1
Não	11/1048	1,05% (0,5-1,8)	
Sim	0/11	-	

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

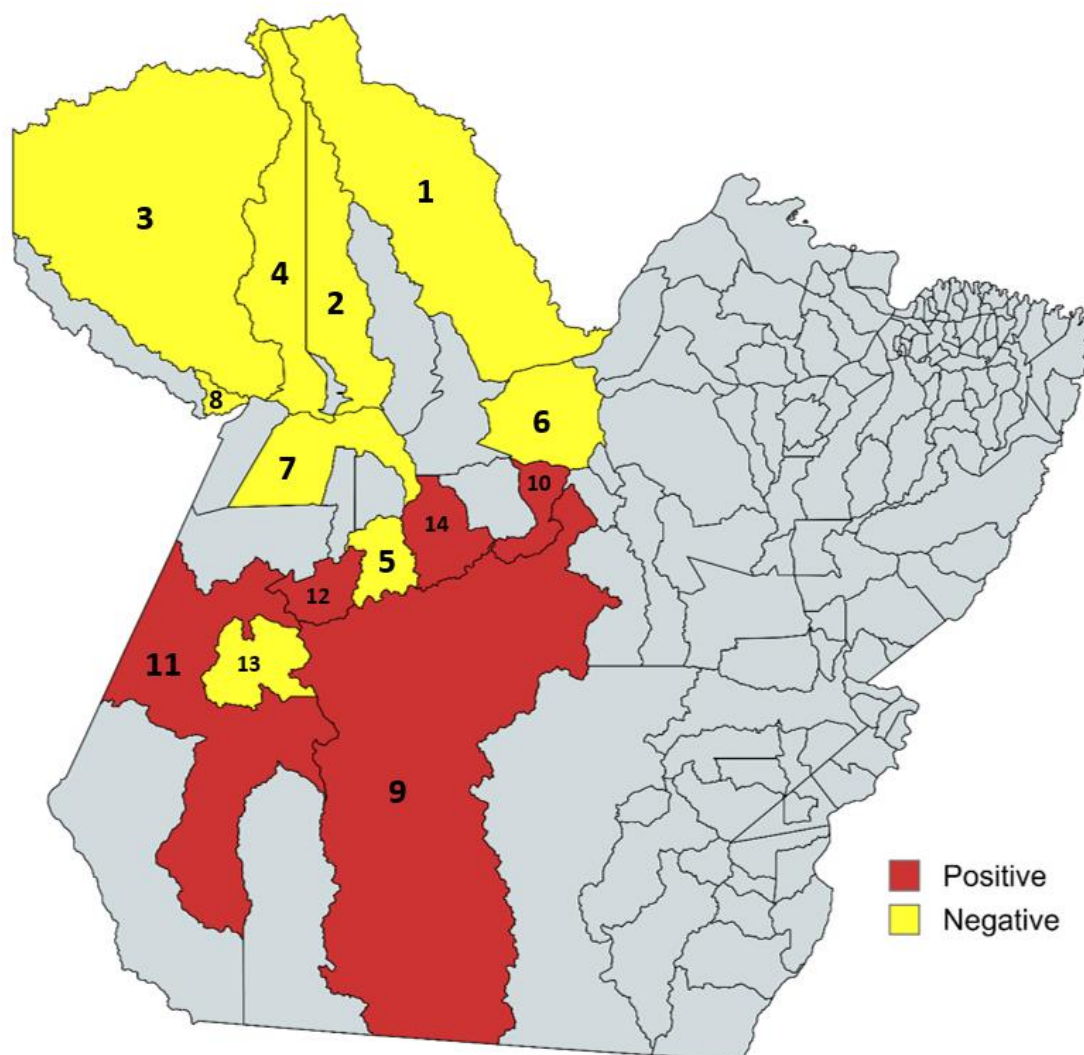


Figura 4 Mapa dos municípios positivos e negativos no teste 2 ME. Municípios negativos: Almeirim (1), Porto de Móz (6), Alenquer (2), Óbidos (4), Oriximiná (3), Terra Santa (8), Santarém (7), Placas (5) e Trairão (13). Municípios positivos: Brasil Novo (10), Uruará (14), Altamira (9), Rurópolis (12) e Itaituba (11).

Tabela 9 Prevalência da Brucelose equídea teste 2-ME por fazenda/rebanho.

Município	Positivos/total	Prevalência
Altamira	2/121	2/11 (18,18%)
Al-1	1/16	6,3%
Al-2	0/47	-
Al-3	0/24	-
Al-4	0/1	-
Al-5	0/1	-
Al-6	1/6	16,7
Al-7	0/5	-
ALTA	0/6	-
ALTB	0/3	-
ALTC	0/4	-
ALTD	0/8	-
Almeirim	0/6	-
ALMA	0/3	-
ALMB	0/3	-
Alenquer	0/20	-
ALQ1	0/4	-
ALQ2	0/4	-
ALQ3	0/3	-
ALQ4	0/3	-
ALQ5	0/6	-
Brasil Novo	1/140	1/12 (8,33%)
BN-A	0/2	-
BN-B	0/21	-
BN-C	0/11	-
BN-D	0/12	-
BN-E	0/13	-
BN-F	1/11	9,1%
BN-G	0/10	-
BN-H	0/9	-
BN-I	0/4	-
BN-J	0/10	-
BN-L	0/12	-
BN-M	0/25	-
Itaituba	1/105	1/8 (12,5%)
IT-1	0/11	-
IT-2	0/14	-
IT-3	1/13	7,7%
IT-4	0/14	-
IT-5	0/16	-
IT-6	0/32	-
ITA	0/2	-
ITB	0/3	-
Óbidos	0/66	-

OB-A	0/5	-
OB-B	0/2	-
OB-C	0/11	-
OB-D	0/2	-
OB-E	0/4	-
OB-F	0/5	-
OB-H	0/2	-
OB-I	0/35	-
Oriximiná	0/3	-
OXA	0/3	-
Placas	0/58	-
PL-1	0/14	-
PL-2	0/4	-
PL-3	0/20	-
PL-4	0/20	-
Porto de Móz	0/9	-
PMA	0/9	-
Rurópolis	1/52	1/ 4 (25%)
RR-1	1/19	5,3%
RR-2	0/13	-
RR-3	0/9	-
RR-4	0/11	-
Santarém	0/52	-
SA-A	0/42	-
SA-B	0/6	-
SA-C	0/1	-
SA-D	0/3	-
Trairão	0/5	-
TRA	0/1	-
TRB	0/2	-
TRC	0/2	-
Terra Santa	0/14	-
TR-1	0/8	-
TR-2	0/3	-
TR-3	0/1	-
TR-4	0/1	-
TR-5	0/1	-
Uruará	4/126	4/7 (57,14%)
UR-A	0/11	-
UR-B	0/5	-
UR-C	1/20	5%
UR-D	1/6	16,7%
UR-F	2/37	5,4%
UR-G	0/37	-
UR-H	0/10	-
Geral	9/777	8/75 (10,66%)

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

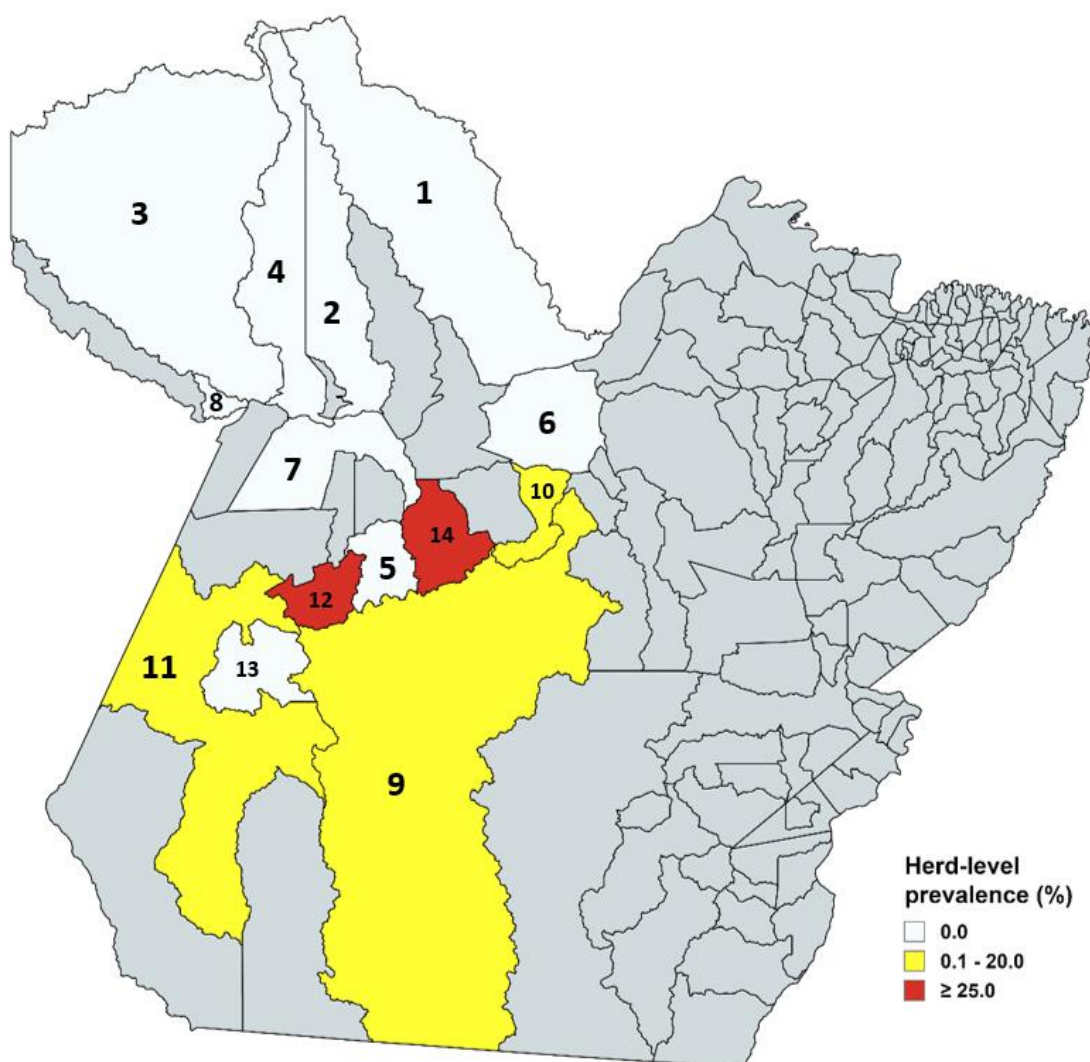


Figura 5 Teste 2-ME: Prevalência de anticorpos contra Brucelose equina por rebanho. Municípios 0,0%: Almeirim (1), Alenquer (2), Óbidos (4), Oriximiná (3), Placas (5), Santarém (7), Trairão (13) e Terra Santa (8). Municípios 0,1 – 20,0%: Altamira (9), Brasil Novo (10) e Itaituba (11). Municípios $\geq 25,0\%$: Rurópolis (12) e Uruará (14).

6 DISCUSSÃO

Um dos principais objetivos do presente estudo foi comparar a prevalência de anticorpos contra Brucelose equídea entre os diferentes tipos de equídeos (esporte, fazenda e carroça). No entanto, dado o tamanho e a diversidade cultural da região estudada, não foi possível localizar todos os tipos de equídeos em todos os municípios visitados. Destaca-se que os cavalos de esporte foram encontrados em apenas seis municípios, enquanto os cavalos de carroça encontrados em apenas cinco municípios.

Nesse estudo a soroprevalência de Brucelose em equídeos no teste de triagem AAT foi 4,05% (IC 95%: 3-5,5). Considerando apenas os resultados confirmados pelo 2-ME a prevalência de brucelose a nível animal em equídeos na região Oeste do Pará foi de 1,03% (IC 95%: 0,5-1,8). O que se assemelha a prevalência global da doença 1,92% (Jokar et al., 2023). Resultados encontrados na pesquisa de Resende et al., (2022) que investigaram a ocorrência de brucelose em equídeos em uma propriedade localizada no município de Soure, Ilha Marajó, também no estado do Pará obtiveram a mesma prevalência encontrada em nosso estudo através do teste 2-ME (1,03%). Em conformidade Dorneles et al., (2013) determinaram a ocorrência da infecção por *Brucella abortus* em equídeos de vida livre no município de Mossoró, Rio Grande do Norte tendo prevalência de 1,76% sendo também todos os animais da espécie *Equus caballus*. Da mesma forma Jr Junqueira et al., (2015) realizaram pesquisa com equídeos do estado de Minas Gerais e tiveram prevalência total de 1,37% para Brucelose.

Arruda et al., (2012) verificaram a existência de anticorpos anti-*Brucella abortus* em equinos do Estado da Paraíba, a partir da análise de amostras de um banco de soros de laboratório privado credenciado, a prevalência encontrada foi de 0,7% para a doença. Do mesmo modo Praseres Chaves et al., (2015) visaram subsidiar medidas de controle e prevenção das doenças infecciosas no cavalo “baixadeiro”, criado na baixada ocidental maranhense tendo prevalência de 0,96%. Por outro lado Antunes et al., (2013) avaliaram a infecção em cavalos de carroça de Curitiba e São José dos Pinhais-PR, de 123 amostras 0,8% foram confirmadas com brucelose.

No Brasil destacam-se também os seguintes estudos onde a prevalência da doença foram nulas, como o de Souza Rocha et al., (2019) que realizaram pesquisa de anticorpos contra Brucelose em equinos da raça Marajoara e Puruca utilizando 57 amostras de soro de equinos de ambos os sexos, diferentes idades e sem sintomatologia clínica de doença causada pelo agente pesquisado, as amostras foram submetidas ao teste AAT mas nenhum animal foi

reagente na pesquisa de aglutininas contra brucelose. Já na pesquisa de Araujo et al., (2009) em equídeos da Zona da Mata do Estado de Minas Gerais teve como objetivo estimar a frequência de anticorpos contra *B. abortus* em 477 amostras de soros provenientes de animais saudáveis, na prova de AAT, 8,18% dos soros apresentaram reação positiva, enquanto que nenhum desses reagiu na prova do 2-ME. Santos et al., (2012) também relataram ausência de Brucelose em equinos que prestavam serviço de tração em áreas rurais do Município de Uberlândia em Minas Gerais dos 187 animais amostrados 100% das análises foram negativas ao teste de triagem e concluindo-se que a brucelose é de baixa importância epidemiológica para equinos na área estudada.

Outras pesquisas obtiveram elevadas taxas de prevalência de brucelose equídea: SILVA et al., (2001) obtiveram 73,1% animais positivos no teste 2-ME em estudos com equinos apresentando bursite cervical ou nugal. Por outro lado Furquim et al., (2012) verificaram a existência de brucelose nos equídeos abatidos em frigorífico localizado no município de Araguari, no estado de Minas Gerais tendo prevalência de 11,6% para a doença. Da Costa et al., (2024) descreveram a prevalência e os fatores associados à infecção por *Brucella* sp. em equídeos de trabalho na região semiárida do Nordeste do Brasil, sendo a prevalência de brucelose de 6,5%. Já Almeida et al., (2010) determinaram a prevalência da brucelose em equinos na região do sul de Minas Gerais testando 15 animais e tendo prevalência de 13,33%. Ressalta-se que em ambos os estudos os animais eram provenientes de localidades com a presença de bovinos positivos para a doença e ou apresentavam sintomatologia clínica para a brucelose, o que difere do estudo atual.

Deste modo a convivência com bovinos contaminados está associada à transmissão da doença, principalmente em criatórios com falhas de manejo sanitário. Para Ribeiro et al., (2003a) ainda que o mecanismo de transmissão da brucelose equina não esteja bem esclarecido, considera-se que a infecção seja favorecida pela coabitação com outras espécies domésticas. Sugere-se que a transmissão ocorra pela ingestão de água e alimentos contaminados por descargas vaginais, restos de aborto e de placenta, principalmente da espécie bovina, fato que está relacionado com os animais positivos nesse estudo onde 1,16% (IC 95%: 0,5-2,9) dos animais positivos eram animais de fazenda, que tinham convívio diário com bovinos.

Não houve diferença significativa entre o tipo de animal e a presença de anticorpos contra brucelose equídea ($P = 2$). Tendo em vista que apenas os municípios de Santarém, Itaituba e Brasil Novo possuíam equídeos dos três tipos. O sexo e a idade também não foram associados. Nos estudos de Dorneles et al., (2013) e Jr Junqueira et al., (2015) a análise das variáveis levantadas (sexo e idade) como possíveis fatores associados à infecção por *B.*

abortus também não revelaram a existência de associação entre estas e a soropositividade. Diferente do estudo de Da Costa et al., (2024) onde idade acima de 10 anos foi considerada um fator associado à soropositividade. Ressalta-se que as categorias etárias foram escolhidas considerando aspectos biológicos e de manejo local (animais jovens, adultos e idosos). Normalmente, equídeos velhos são definidos com mais de 10 anos, mas decidiu-se considerar sete anos como limite devido às condições locais de muito trabalho, alta temperatura durante todo o ano e má nutrição e manejo (Moreira et al., 2019).

No teste AAT houve resultado significativo entre a raça dos equinos ($P = 0,027$), cavalos mestiços apresentaram maior prevalência de anticorpos do que cavalos de raça pura, provavelmente devido ao manejo, que pode ser especulado como melhor para cavalos de raça pura. Porém, no teste confirmatório 2 – ME não houve essa associação devido a ocorrência de resultados falsos positivos no teste de triagem. Com relação aos resultados falsos positivos encontrados no teste AAT MacMillan et al., (1990) referiram que resultados falsos positivos podem ocorrer pelo fato de outras bactérias gram-negativas possuírem constituição de parede bacteriana similar ao gênero *Brucella*. Destaca-se a importância dos testes confirmatórios e a necessidade de associar o teste de triagem com os confirmatórios de acordo com o PNCEBT (Brasil, 2006).

Com relação aos resultados inconclusivos onde reagiram no teste SAL e negativaram no 2-ME Godfroid et al., (2002) e Saegerman et al., (2004) relatam que as técnicas sorológicas podem identificar as potentes respostas imunes humorais, desencadeadas pela exposição à *Brucella*. Nesses casos, o surgimento de anticorpos IgG ocorre muito mais tarde do que o IgM. Tais anticorpos não desaparecem mesmo depois de a resposta atingir o seu ponto mais alto (3-4 semanas após a infecção) e, portanto, podem ser identificados durante um período de tempo mais longo (até vários anos); muito pelo contrário, apesar da rápida indução de anticorpos IgM (2-3 semanas após a exposição), eles permanecem apenas por alguns meses.

Para Godfroid et al., (2010) embora a presença simultânea de IgM (detectada em teste de aglutinação SAL) signifique brucelose aguda, a presença de IgG (detectada em 2-ME) caracteriza a brucelose crônica. Porém, uma resposta positiva em um teste de aglutinação, que detecta principalmente IgM, não é indicativa de brucelose se não for confirmada por uma resposta positiva de IgG. Deve-se levar também em consideração as interpretações dos resultados dos testes de acordo com Brasil, (2006).

Observou-se que todos os animais positivos no teste 2 ME não apresentavam problemas reprodutivos, estando de acordo Ribeiro et al., (2003) que enfatizaram que na espécie equina, os prejuízos econômicos decorrentes da brucelose são considerados inferiores quando

comparados às outras espécies de interesse zootécnico, visto que são raros os transtornos reprodutivos nesses animais. Considerando apenas os equídeos de fazendas no teste AAT, em 20 das 75 fazendas amostradas (26,6%), pelo menos um animal foi soropositivo. Já no teste confirmatório das 75 fazendas amostradas obteve-se uma prevalência de 10,66% sendo apenas 8 fazendas com pelo menos um animal positivo. Esse resultado afirma que mesmo com a baixa prevalência encontrada nesse estudo, existe uma elevada dispersão da doença na região Oeste do Pará.

Nesse estudo a ausência de animais soropositivos entre os muares sugere que a infecção não está presente ou a prevalência é muito baixa em sua população no Oeste do Pará. Além disso, o número de animais amostrados nessa espécie foi provavelmente demasiadamente pequeno para avaliar a sua prevalência.

Com relação a soro prevalência da Brucelose Bovina no Estado do Pará, Casseb et al., (2015) analisaram dados nos registros do Departamento de Defesa Animal da ADEPARÁ no período entre 2008 a 2012. Dentre os animais testados 3,01% foram positivos para brucelose. Posteriormente nas regiões Baixo Amazonas e Sudoeste Paraense Roma et al., (2020) realizaram estudo para verificar a prevalência de condenação de carcaças de bovinos abatidos por brucelose e constatou-se uma prevalência de 0,1%. Essa baixa prevalência pode ser resultado da implementação do PNCEBT nas propriedades, minimizando os impactos negativos da enfermidade nos rebanhos. Esse fato relaciona-se com a baixa prevalência da doença encontrada nesse estudo com equídeos e sua relação com nossos resultados significativos na Mesoregião ($P = 0,047$), onde todos os resultados positivos ocorreram no Sudoeste Paraense, semelhantemente ao encontrado por Roma et al., (2020) em sua pesquisa sobre brucelose bovina.

No Brasil, dados epidemiológicos sobre a brucelose equina são escassos e poucos estudos foram desenvolvidos em equinos dificultando a observação da distribuição da doença nacionalmente (Dorneles et al., 2013; Ribeiro et al., 2003; Silva et al., 2022). Em síntese não há detalhamento das estratégias de controle da doença nesta espécie animal, sendo apenas utilizado estratégias sanitárias para prevenção e controle da Brucelose bovina e bubalina (Brasil, 2006). Em equídeos esta enfermidade, merece preocupação em virtude das lesões debilitantes, pela sugestão da eutanásia dos animais infectados e possibilidade de serem fontes de infecções para outras espécies domésticas, assim como, seu caráter zoonótico (Junior et al., 2023).

É fato que a participação econômica dos equinos vem reduzindo gradativamente em termos de trabalho, resultado da ampla utilização de máquinas e motores para a realização de

tarefas na agricultura. Contudo, nas propriedades onde esses animais são criados, o contato com proprietários, tratadores, Médicos Veterinários, e outras pessoas que manejam os animais é inevitável (Arruda et al., 2012).

Assim, os resultados do presente estudo confirmam o risco potencial da espécie equina para a saúde pública, sendo este o primeiro relato de equídeos soropositivos para Brucelose no Oeste do Pará o que contribui para o conhecimento da epidemiologia da doença.

7 CONCLUSÃO

O presente estudo identificou pela primeira vez a ocorrência de anticorpos contra Brucelose em equídeos, no Oeste do Pará. A frequência de animais positivos foi maior em animais criados na mesorregião sudoeste do que na mesorregião baixo Amazonas, sendo significativo nesse estudo.

Dentre os 14 municípios foram identificados animais positivos em cinco. Dentre as 75 fazendas, oito possuíam pelo menos um animal positivo, o que indica uma elevada dispersão da doença na região Oeste do Pará, apesar dos baixos índices de prevalência.

Dentre as amostras positivas no teste de triagem, apenas um quarto destas foi confirmada pelo teste 2-ME o que indica a necessidade de aliado ao teste de triagem utilizar o teste confirmatório para o correto diagnóstico da brucelose equina.

8 REFERÊNCIAS

- ABIMERHI, A. F. D., RUIZ, E. J. G., & VILLALOBOS, D. L. M. Z. Uso de las pruebas de ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas y aglutinación con rivanol para el diagnóstico de brucelosis bovina en Yucatán, México. **Veterinaria Mexico**, 29(2), p.167-71, 1998.
- AGUIAR, D. M., TENÓRIO, G., CASSARO, E. M., SIQUETIN, E. M., ARRUDA, S., & ARANHA, L. M. Prevalência de anticorpos contra agentes virais e bacterianos em eqüídeos do Município de Monte Negro , Rondônia , Amazônia Ocidental Brasileira. **Braz. J Vet Res Animal**, 45, 269–276, 2008.
- ALMEIDA, A. C. DE, SILVA, D. B. DA, AUGUSTO, P. H., SILVA, B. C. DA M. E, & PINHO, L. DE. Incidência De Brucelose Animal Na Região Sul De Minas Gerais Em Rebanhos Positivos Ao Teste Do Anel Do Leite: Nota Técnica. **Ciência Animal Brasileira**, 11(4), 966–970, 2010 <https://doi.org/10.5216/cab.v11i4.3675>
- ALTON, G. G. Recent Developments in Vaccination Against Bovine Brucellosis. **Australian Veterinary Journal**, 54(12), 551–557, 1978. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1978.tb02410.x>
- ALTON, G. G., JONES, L. M., ANGUS, R. D., & VERGER, J. M. (1988). **Techniques for the brucellosis laboratory**. Paris: Institut Nacional de la Recherche Agronomique.
- ANTUNES, J. M. A. P., ALLENDORF, S. D., APPOLINÁRIO, C. M., PERES, M. G., PEROTTA, J. H., NEVES, T. B., DECONTO, I., FILHO, I. R. B., BIONDO, A. W., & MEGID, J. Serology for brucella abortus in cart horses from an urban area in brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, 65(2), 619–621, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000200044>
- ARAUJO, R. R., PENA, L. J., PENA, D. A., DIAS, F. M., & MORAES, M. P. Ocorrência De Anticorpos Anti-Brucella Spp. Em Equídeos Da Região Da Zona Da Mata Do Estado De Minas Gerais, Brasil. **Arquivos Do Instituto Biológico**, 76(4), 681–684, 2009. <https://doi.org/10.1590/1808-1657v76p6812009>
- ARDO, M. B., & ABUBAKAR, D. M. Seroprevalence of horse (Equus caballus) brucellosis on the Mambilla plateau of Taraba state, Nigeria. **Journal of Equine Science**, 27(1), 1–6, 2016. <https://doi.org/10.1294/jes.27.1>
- ARRUDA, F. R., SILVA, M. H., FILHO, P. M. S., CAMPOS, A. C., & AZEVEDO, E. O. Brucelose equina no Estado da Paraíba. **Artigo Científico/Scientific Article**, 6(1), 7–10, 2012.
- BRANDÃO, A. M. **Ocorrência de anticorpos anti-Brucella Spp. em equinos no Município de Canguaretama, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil**. Universidade Federal de Campina Grande, 2013.
- BRASIL. **Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal** - PNCEBT. In P. e A. MAPA - Ministério da Agricultura (Ed.), MAPA (Vol. 1, Issue 1). Departamento de Saúde Animal. Brasília-DF, 2006.
- BRICKER, B. J. Diagnostic strategies used for the identification of Brucella. **Veterinary**

- Microbiology**, 90(1–4), 433–434, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(02\)00227-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(02)00227-4)
- CAITANO, M. A. B., SOARES, C. O., RAMOS, C. A. N., FERRAZ, A. L. J., SANCHES, C. C., & ROSINHA, G. M. S. Detecção de *Brucella abortus* em tecidos bovinos utilizando ensaios de PCR e qPCR. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, 34(6), 497–502, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014000600001>
- CÁRDENAS, L., AWADA, L., TIZZANI, P., CÁCERES, P., & CASAL, J. Characterization and evolution of countries affected by bovine brucellosis (1996–2014). **Transboundary and Emerging Diseases**, 66(3), 1280–1290, 2019. <https://doi.org/10.1111/tbed.13144>
- CARRAZZA, L. G., JUNQUEIRA, Y. F., CARRAZZA, T. G., OLIVEIRA, P. R., & LIMA-RIBEIRO, A. M. C. SOROEPIDEMIOLOGIA DA BRUCELOSE EM EQUINOS DE TRAÇÃO EM ÁREAS URBANAS NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA-MG. **Produção Animal Pela FAMEV**, 4 (77), 2–4, 2009.
- CASSEB, A. R., CRUZ, A. V., JESUS, I. S., SILVA, S. P., NEGRÃO, A. M., NETO, S. B., GALINDO, G. A., & TAVARES, B. B. SOROPREVALÊNCIA DA BRUCELOSE BOVINA E BUBALINA NO ESTADO DO PARÁ. **Veterinária e Zootecnia**, 22(1), 42–45, 2015.
- CLEMENTINO, I. J., & DE AZEVEDO, S. S. Bovine brucellosis: Epidemiological situation in Brazil and disease control initiatives. **Semina: Ciências Agrárias**, 37(4), 2021–2034, 2016. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n4p2021>
- DA COSTA, P. W. L., DE MENEZES OLIVEIRA, C. S., DOS SANTOS, A., ALVARES, F. B. V., FEITOSA, T. F., & VILELA, V. L. R. Anti-brucella spp. Antibodies in working equids in a semiarid region of northeastern Brazil. **Ciência Rural**, 54(1), 1–7, 2024. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220648>
- DE SOUZA ROCHA, K., DA PAZ, G. S., DO NASCIMENTO GUERREIRO, A., CONCEIÇÃO MENESES, A. M., FELIPE MARQUES, J. R., & DE MORAES, C. C. G. Antibody research *Leptospira* spp. And *Brucella* spp. And horses from the island of Marajó, Pará. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, 17, 2019. <https://doi.org/10.7213/1981-4178.2019.17301>
- DORNELES, E. M. S., FERNANDES, L. G., SANTANA, J. A., FREITAS, F. J. C., DE LIMA, J. M., DE OLIVEIRA BARROS, I., SAKAMOTO, S. M., HEINEMANN, M. B., & LAGE, A. P. Anti-*Brucella abortus* antibodies in free-ranging equids from Mossoró, Rio Grande do Norte, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, 34(3), 1281–1286, 2013. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n3p1281>
- DUCROTOY, M. J., CONDE-ÁLVAREZ, R., BLASCO, J. M., & MORIYÓN, I. A review of the basis of the immunological diagnosis of ruminant brucellosis. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2016.02.002>
- FILHO, E. T. R. (2013). **Casuística de Brucelose em equinos registrada no hospital veterinário/ CSTR/UFCG, Patos -PB, no transcurso 2002-2012**. Universidade Federal de Campina Grande.
- FILHO, MALTA, K. C., SANTANA, V. L. A., SOUZA, M. M. A., STIPP, D. T., & JÚNIOR, J. W. P. Prevalência da infecção por *Brucella* Spp. em equídeos na microrregião do Brejo Paraibano. **Vet. e Zootec**, 20(4), 588–591, 2013.

- FOSGATE, G. T., ADESIYUN, A. A., HIRD, D. W., JOHNSON, W. O., HIETALA, S. K., SCHURIG, G. G., & RYAN, J. Comparison of serologic tests for detection of *Brucella* infections in cattle and water buffalo (*Bubalus bubalis*). **American Journal of Veterinary Research**, 63(11), 1598–1605, 2002. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2002.63.1598>
- FURQUIM, M. E. C., SOUZA, M. A., FERNANDES, L., WILSON, T. M., & LIMA-RIBEIRO, A. M. C. (2012). EXPORTADOR. **X Mostra Da Pós-Graduação Em Ciências Veterinárias e Apresentação de Trabalhos Científicos Da FAMEV UFU**, 18, 45–50, 2012.
- GODFROID, J., NIELSEN, K., & SAEGERMAN, C. Diagnosis of brucellosis in livestock and wildlife. **Croatian Medical Journal**, 51(4), 296–305, 2010. <https://doi.org/10.3325/cmj.2010.51.296>
- GODFROID, J., SAEGERMAN, C., WELLEMANS, V., WALRAVENS, K., LETESSON, J. J., TIBOR, A., MC MILLAN, A., SPENCER, S., SANNA, M., BAKKER, D., POUILLOT, R., & GARIN-BASTUJI, B. How to substantiate eradication of bovine brucellosis when aspecific serological reactions occur in the course of brucellosis testing. **Veterinary Microbiology**, 90(1–4), 461–477, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(02\)00230-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(02)00230-4)
- GONÇALVES, D. D., TELES, P. S., DOS REIS, C. R., LOPES, F. M. R., FREIRE, R. L., NAVARRO, I. T., ALVES, L. A., MULLER, E. E., & DE FREITAS, J. C. Seroepidemiology and occupational and environmental variables for leptospirosis, brucellosis and toxoplasmosis in slaughterhouse workers in the Paraná State, Brazil. **Revista Do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo**, 48(3), 135–140, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0036-46652006000300004>
- GORVEL, J. P., & MORENO, E. *Brucella* intracellular life: From invasion to intracellular replication. **Veterinary Microbiology**, 90(1–4), 281–297, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(02\)00214-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(02)00214-6)
- GRADELA, A., FERNANDES, F. S., & GRADELA, A. (2015). **Brucelose em uma égua doadora de embriões : Relato de Caso. JANUARY 2014.**
- GUARINO, A., FUSCO, G., DI MATTEO, A., URBANI, G., CONDOLEO, R., SERPE, L., TITTARELLI, M., DI VENTURA, M., & GALLO, P. Indirect ELISA for the diagnosis of brucellosis in water buffaloes (*Bubalus bubalis*) in Italy. **Veterinary Record**, 149(3), 88–90, 2001. <https://doi.org/10.1136/vr.149.3.88>
- HAAG, A. F., MYKA, K. K., ARNOLD, M. F. F., CARO-HERNÁNDEZ, P., & FERGUSON, G. P. Importance of lipopolysaccharide and cyclic β -1,2-glucans in *Brucella*-mammalian infections. **International Journal of Microbiology**, 2010. <https://doi.org/10.1155/2010/124509>
- HOFER, E., REVILLA-FERNÁNDEZ, S., AL DAHOUK, S., RIEHM, J. M., NÖCKLER, K., ZYGMUNT, M. S., CLOECKAERT, A., TOMASO, H., & SCHOLZ, H. C. A potential novel *Brucella* species isolated from mandibular lymph nodes of red foxes in Austria. **Veterinary Microbiology**, 155(1), 93–99, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2011.08.009>
- HSU, D. C., & O'CONNELL, R. J. Progress in HIV vaccine development. **Human Vaccines and Immunotherapeutics**, 13(5), 1018–1030, 2017. <https://doi.org/10.1080/21645515.2016.1276138>

HUSSAIN, A., JAMIL, T., TAREEN, A. M., MELZER, F., HUSSAIN, M. H., KHAN, I., SAQIB, M., ZOHAIB, A., HUSSAIN, R., AHMAD, W., IQBAL, M., & NEUBAUER, H. Serological and molecular investigation of brucellosis in breeding equids in Pakistani Punjab. **Pathogens**, 9(9), 1–8, 2020. <https://doi.org/10.3390/pathogens9090673>

IBGE. (2019). **Pesquisa da pecuária municipal. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.**

IBGE. (2022). **Pesquisa da pecuária municipal. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.**

JARDIM, E. C., ALMEIDA, M. M. R., CÂNDIDA, M. F., SILVA, R. L., & FICHTNER, S. S. (1978). Presença de aglutininas anti-Brucella em equinos no Estado de Goiás. **Anais Da EAV**, 1.

JOKAR, M., RAHMANIAN, V., GOLESTANI, N., RAZIEE, Y., & FARHOODI, M. The Global Seroprevalence of Equine Brucellosis: A Systematic Review and Meta-analysis Based on Publications From 1990 to 2022. **Journal of Equine Veterinary Science**, 123, 104227, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2023.104227>

JR JUNQUEIRA, D. G., DORNELES, E. M. S., GONÇALVES, V. S. P., SANTANA, J. A., ALMEIDA, V. M. DE A., NICOLINO, R. R., SILVA, M. X., MOTA, A. L. A. DE A., VELOSO, F. P., STYNEN, A. P. R., HEINEMANN, M. B., & LAGE, A. P. Brucellosis in working equines of cattle farms from Minas Gerais State, Brazil. **Preventive Veterinary Medicine**, 121(3–4), 380–385, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.06.008>

JUNIOR, G. DE N., DE OLIVEIRA, P. A., MARTINS, E. A., FRANCO, J. R., & MARTINS, L. C. Utilização De Sistema De Digitalização E Processamento De Informações Para O Diagnóstico Da Brucelose Equina. **Revista Foco**, 16(02), e1081, 2023. <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n2-158>

KARTHIK, K., PRABAKAR, G., BHARATHI, R., KHURANA, S. K., & DHAMA, K. Equine brucellosis: Review on epidemiology, pathogenesis, clinical signs, prevention and control. **Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences**, 4(Spl-4-EHIDZ), S151–S160, 2016. [https://doi.org/10.18006/2016.4\(spl-4-ehidz\).s151.s160](https://doi.org/10.18006/2016.4(spl-4-ehidz).s151.s160)

KHALED, H., MERDJA, S., LAFRI, I., BESBACI, M., DOUIFI, M., & BOUYOUCF, A. **Serological Evidence of Glanders and Brucellosis in Equines in The North-East of Algeria**. 13(1), 25–28, 2019.

LAGE, A. P., POESTER, F. P., PAIXÃO, T., SILVA, T. M., XAVIER, M. N., MINHARRO, S., MIRANDA, K. L., ALVES, C. M., MOL, J. P. S., & SANTOS, R. L. Brucelose bovina : uma atualização. **Rev Bras Reprod Anim**, 32(3), 202–212, 2008.

LANGENEGGER, J., & SZECHY, A. M. Brucelose dos equídeos domésticos - Isolamento da Brucella Abortus de Bursites da Cernelha, no Brasil. **Arquivo Inst. Biologia Animal**, 4, 49–63, 1961.

LOTFI, Z., BORUJENI, M. P., REZA, A., & MASHHADI, G. Seroprevalence and risk factors of brucellosis in Arabian horses. **Wiley**, 8, 1056–1064, 2022. <https://doi.org/10.1002/vms3.759>

LUCERO, N. E., AYALA, S. M., ESCOBAR, G. J., & JACOB, N. R. Brucella isolated in humans and animals in Latin America from 1968 to 2006. **Epidemiology and Infection**,

136(4), 496–503, 2008. <https://doi.org/10.1017/S0950268807008795>

MACEDO, G. C. **Equinos e a enzootia de Brucella spp . na região do Pantanal Sul-Mato-Grossense**. Universidade Católica Dom Bosco, 2016.

MACMILLAN, A. P., GREISER-WILKE, I., MOENNIG, V., & MATHIAS, L. A. A competition enzyme immunoassay for brucellosis diagnosis. **Dtsch Tierarztl Wochenschr.**, 97, 83–85, 1990.

MARQUES, J. R. F., FIGEIRÓ, M. R., SARAIVA, N. Z., LEAL, R. P., SALES, R. L., & COSTA, M. R. Equinos em Conservação na Ilha de Marajó, Amazônia, Brasil. **RG News - Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos**, 2(2), 18–28, 2016.

MARQUES, J. R. F., FIGUEIREDO, M. R., COSTA, J. S., MARQUES, L. C., & COSTA, M. R. O mini-cavalo (Equus caballus) Puruca da Ilha de Marajó - Brasil. **II Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos**, 1–4, 2012.

MATHIAS, L. A., TUNALA, V., CORREA, J., NETO, D. L., JOSÉ, R., & GÍRIO, S. Pesquisa de anticorpos contra Brucella sp . em soros de eqüinos com e sem abscesso de cernelha Investigation of antibodies to Brucel / a sp . in sera of equine with and without fistulous withers. **R. Brasileira de Ciências Veterinárias**, 5, 74–78, 1998. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2015.105>

MEDIG, J., RIBEIRO, M. G., & PAES, A. C. (2016). **Doenças Infeciosas em Animais de Produção e Companhia** (1 ed.). Rio de Janeiro, Editora Roca, 2016.

MEGID, J., RIBEIRO, M. G., MARCOS JÚNIOR, G., & CROCCI, A. J. Avaliação das provas de soroaglutinação rápida, soroaglutinação lenta, antígeno acidificado e 2-mercaptoetanol no diagnóstico da brucelose bovina. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, 37(5), 2000. <https://doi.org/10.1590/S1413-95962000000500009>

MEIRELLES-BARTOLI, R. B., & MATHIAS, L. A. Estudo Comparativo Entre Os Testes Adotados Pelo Pncebt Para O Diagnóstico Sorológico Da Brucelose Em Bovinos. **Arquivos Do Instituto Biológico**, 77(1), 11–17, 2010. <https://doi.org/10.1590/1808-1657v77p0112010>

MELO, K. S., CRUZ, C. A., MEIRELLES-BARTOLI, R. B., & PAULA, E. M. N. BRUCELOSE BOVINA –ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS E REPRODUTIVOS. In **Principais doenças infecciosas e parasitárias de importância em medicina veterinária: revisões de literatura** (pp. 67–85), 2021. Editora Amplla. <https://doi.org/10.51859/amplla.pdi443.1121-3>

MINERVINO, A. H. H., TORRES, A. C., MOREIRA, T. R., VINHOLTE, B. P., SAMPAIO, B. M., BIANCHI, D., PORTELA, J. M., SARTURI, C., MARCILI, A., BARRÊTO JÚNIOR, R. A., GENNARI, S. M., & MACHADO, R. Z. Factors associated with the prevalence of antibodies against Theileria equi in equids of Western Pará, Brazil. **Transboundary and Emerging Diseases**, 67, 100–105, 2019. <https://doi.org/10.1111/tbed.13268>

MOLNÁR, L., MOLNÁR, É., LIMA, E. S. C., & DIAS, H. L. T. Avaliação de seis testes sorológicos no diagnóstico da brucelose bubalina. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, 22(2), 41–44, 2002. <https://doi.org/10.1590/s0100-736x2002000200002>

MOREIRA, T. R., SARTURI, C., STELMACHTCHUK, F. N., ANDERSSON, E.,

NORLANDER, E., DE OLIVEIRA, F. L. C., MACHADO PORTELA, J., MARCILI, A., EMANUELSON, U., GENNARI, S. M., & MINERVINO, A. H. H. Prevalence of antibodies against *Toxoplasma gondii* and *Neospora* spp. in equids of Western Pará Brazil. **Acta Tropica**, 189(January 2018), 39–45, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.09.023>

NICOLETTI, P., & TANYA, V. Comparison of enzyme-labeled immunosorbent assay and particle concentration fluorescence immunoassay with standard serologic methods and bacteriologic culture for detection of *Brucella* sp-infected cows in herds with brucellosis. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, 202(12), 1975–1977, 1993. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8360090>

NIELSEN, K. Diagnosis of brucellosis by serology. **Veterinary Microbiology**, 90(1–4), 447–459, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(02\)00229-8](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(02)00229-8)

NIELSEN, K., & DUCAN, J. R. (1990). **Animal brucellosis** (453p Raton:, Boca CRC Press (ed.)).

NIELSEN, K., & GALL, D. **FLUORESCENCE POLARIZATION ASSAY FOR THE DIAGNOSIS OF BRUCELLOSIS: A REVIEW**. *October 2013*, 37–41, 2001. <https://doi.org/10.1081/IAS-100104705>

NIELSEN, K., & YU, W. **SEROLOGICAL DIAGNOSIS OF BRUCELLOSIS** Nielsen K. , Yu WL. 89, 65–89, 2010.

OKECHUKWU NJOGA, E., IKECHUKWU ONUNKWO, J., OKEZIE EKERE, S., JULIET NJOGA, U., & WINIFRED N., O. Seroepidemiology of Equine Brucellosis and Role of Horse Carcass Processors in Spread of *Brucella* Infection in Enugu State, Nigeria. **International Journal of Current Research and Review**, 10(10), 39–45, 2018. <https://doi.org/10.31782/ijcrr.2018.10106>

OLIVEIRA. **Estudo Sorológico da Brucelose equina em Araguaína - TO**. Universidade Federal do Tocantins, 2021.

OLIVEIRA, Q. C., MOREIRA, W. S., & LIMA, C. S. Brucelose em equinos. **Rev Centro Ciências Rurais**, 3, 111–120, 1973.

OMER, M. K., SKJERVE, E., HOLSTAD, G., WOLDEHIWET, Z., & MACMILLAN, A. P. Prevalence of antibodies to *Brucella* spp. in cattle, sheep, goats, horses and camels in the State of Eritrea; Influence of husbandry systems. **Epidemiology and Infection**, 125(2), 447–453, 2000. <https://doi.org/10.1017/S0950268899004501>

OOZEE, Y. N., AKBARI, H., & JAFARI-KHATAYLOU, Y. Serological prevalence of Brucellosis in horses in the suburb of Tabriz, Iran. **Journal of Zoonotic Diseases**, 8(1), 445–451, 2023. <https://doi.org/10.22034/jzd.2023.16078>

PAULA, A., BECKMAN, V., BIANCA, R., KURODA, S., VASCONCELLOS, S. A., SOARES, J., NETO, F., OSSADA, R., APARECIDA, V., SOUZA, F. DE, ROCHA, K. D. S., SOUZA, G., CRISTINA, C., & MORAES, G. DE. Estudo sorológico da brucelose e leptospirose em equídeos da ilha de Maiandeuá (Algodão) no Estado do Pará. **Ciências Agrárias**, 35, 3221–3230, 2014. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n6p3221>

PAULIN, L. M. Brucelose. **Arq. Inst. Biol**, 70(2), 239–249, 2003.

PAULIN, L. M. S., & FERREIRA NETO, J. S. Brucelose Em Búfalos. **Arquivos Do Instituto Biológico**, 75(3), 389–401, 2008. <https://doi.org/10.1590/1808->

1657v75p3892008

PAULIN, L. M., TEIXEIRA, A. C., CASTRO, V., & GENOVEZ, M. E. Estudo comparativo dos testes 2-Mercaptoetanol e Reação de Fixação Do Complemento. **Arquivos Do Instituto Biológico**, 69(4), 41–47, 2002.

PESSEGUEIRO, P., BARATA, C., & CORREIA, J. Brucelose – uma revisão sistematizada. **Medicina Interna**, 10(2), 91–100, 2003.

PRASERES CHAVES, D., RODRIGUES BARROS BRITO, D., CLARA GOMES DOS SANTOS, A., FRANCISCA ROCHA VAZ, J., & RAQUEL ANUNCIAÇÃO, A. Soroprevalência de mormo, anemia infecciosa equina e brucelose do cavalo baixadeiro* The seroprevalence of glanders, equine infectious anemia and brucellosis of equine race “baixadeiro.” **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, 1, 39–42, 2015. <http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2015.317>

RADOSTITS, O. M., GAY, C. C., HINCHCLIFF, K. W., & CONSTABLE, P. D. **Veterinary medicine. A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats**. (10. ed.). Philadelphia: Saunders, 2007.

RAHMAN, M. ., UDDIN, M. J., CHAE, J. S., RAHMAN, M. B., & ISLAM, M. A. A Short History Of Brucellosis: Special Emphasis In Bangladesh. **Bangladesh Journal of Veterinary Medicine**, 4, 1–6, 2006.

REIS, S. P., GONÇALVES, E. C., SILVA, A., & SCHNEIDER, M. P. C. Genetic variability and efficiency of DNA microsatellite markers for paternity testing in horse breeds from the Brazilian Marajó archipelago. **Genetics and Molecular Biology**, 31(1), 68–72, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572008000100014>

RESENDE, C. F., SANTOS, A. M. DOS, FILHO, P. M. S., DE SOUZA, P. G., ISSA, M. DE A., FILHO, M. B. DE C., VICTOR, R. M., CÂMARA, R. J. F., GONÇALVES, G. P., LIMA, J. G., MACIEL E SILVA, A. G., LEITE, R. C., & REIS, J. K. P. DOS. Glanders and brucellosis in equids from the Amazon region, Brazil. **Acta Tropica**, 231(March), 1–5, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106429>

RIBEIRO, M. G., MOTTA, R. G., & ALMEIDA, C. A. S. Brucelose eqüina : aspectos da doença no Brasil. **Brasil Reprodução Animal**, 32(2), 83–92, 2008.

RIBEIRO, M. G., NARDI JÚNIOR, G., MEGID, J., PAES, A. C., & LISTONI, F. J. P. Aglutininas anti-Brucella abortus no soro e em secreção de bursite cervical em eqüinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 55(1), 99–101, 2003. <https://doi.org/10.1590/s0102-09352003000100015>

ROCHA, E. J. P. **Zoneamento climático: relatório preliminar ZEE-PA**. Belém, 2009.

RODRIGUES, V. F., CRUZ, A. V, BARRA, E. C. M., SILVA, B. W. L., SANTOS, C. C., VALENTE, K. F., MONTEIRO, T. R. M., RIBEIRO, D. B., SOUZA, C. O., AMPUERO, N. F. F., FRANCEZ, L. C., QUARESMA, A. J. P. G., & NEGRÃO, A. M. G. Microbiological , serological and molecular diagnosis of abscess of withers in equine in the State of Pará Diagnóstico microbiológico , sorológico e molecular de abscessos de cernelha em equinos no Estado do Pará Diagnóstico microbiológico , **serológico y**. 10, 1–8, 2021.

ROMA, G. A., SILVA, W. C., BATISTA, H. R., & JÚNIOR, R. N. C. C. Condenação de carcaças de bovinos acometidos por brucelose provenientes das regiões Baixo Amazonas

e Sudoeste Paraense. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, 18, 2020. <https://doi.org/10.7213/2596-2868.2020.18008>

SAEGERMAN, C., DE WAELE, L., GILSON, D., GODFROID, J., THIANGE, P., MICHEL, P., LIMBOURG, B., VO, T. K. O., LIMET, J., LETESSON, J. J., & BERKVEN, D. Evaluation of three serum i-ELISAs using monoclonal antibodies and protein G as peroxidase conjugate for the diagnosis of bovine brucellosis. **Veterinary Microbiology**, 100(1–2), 91–105, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2004.02.003>

SAID, N. C., JUNIOR, G. N., & DOMINGUES, P. F. Mormo em equinos e a biosegurança no agronegócio. **Tekhne e Logos**, 7(3), 29–44, 2016.

SANDHU, K. S., & JOSHI, D. V. Comparative study in cattle and buffaloes for evaluation of various diagnostic tests for brucellosis. **Indian Journal of Pathology & Microbiology**, 36(4), 458–465, 1993. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8157316>

SANTOS. **Investigação soropidemiológica para brucelose e leptospirose em equídeos de tração e seus tratadores nos Municípios de Belém e Ananindeua Pará**. Universidade Federal Rural da Amazônia, 2007.

SANTOS, A. L. Q., LIMA-RIBEIRO, A. M. C., OLIVEIRA, S. R. P. DE, KAMINISHI, Á. P. S., ANDRADE, M. B., MENEZES, L. T., SOUZA, R. R. DE, FERREIRA, C. H., NASCIMENTO, L. R., & MORAES, F. M. DE. Soropidemiologia da Brucelose em equinos de trabalho de áreas rurais do Município de Uberlândia-MG. **Pubvet**, 6(12), 2012. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v16n12.1336>

SANTOS, SILVA, G. C. P., ASSIS, N. A., & MATHIAS, L. A. Brucella spp. in equines slaughtered in the south region of Brazil. **Arquivo Brasileiro de Med. Vet. Zootec**, 68(May 2013), 853–857, 2016.

SCHLABRITZ-LOUTSEVITCH, N. E., WHATMORE, A. M., QUANCE, C. R., KOYLASS, M. S., CUMMINS, L. B., DICK, E. J., SNIDER, C. L., CAPPELLI, D., EBERSOLE, J. L., NATHANIELSZ, P. W., & HUBBARD, G. B. A novel Brucella isolate in association with two cases of stillbirth in non-human primates - First report. **Journal of Medical Primatology**, 38(1), 70–73, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0684.2008.00314.x>

SCHURIG, G. G., SRIRANGANATHAN, N., & CORBEL, M. J. Brucellosis vaccines: Past, present and future. **Veterinary Microbiology**, 90(1–4), 479–496, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(02\)00255-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(02)00255-9)

SILVA, BARBOSA, V. T., SOARES, L. S., LIMA, C. R. O., COELHO, C. M. M., LIMA, I. R., ESTEVES, G. I. F., ARAÚJO, I. F. L., COSTA, G. L., FRANCO, L. G., MOURA, M. I., & SILVA, M. A. M. Brucelose em equino portador de bursite fistulosa de cernelha - Relato de caso. **Vet Not**, 12, 2006.

SILVA, L. A. F., ACYPRESTE, C. S., EURIDES, D., MACHADO, G. V., DIAS FILHO, F. C., FIORAVANTI, M. C. S., & RAMOS, L. S. Soroprevalência de brucelose em equinos com bursite cervical ou nugal. **Arq. Ciên. Vet. Zool.**, 4, 19–23, 2001.

SILVA, M. A. G., DE OLIVEIRA, T. E. F., PEREIRA, D. C., GALVÃO, S. R., & ALMEIDA, K. S. Serological Study of Equine Brucellosis in the Legal Amazon Region. **J Vet Ani Res**, 4(1), 104, 2022.

SOLA, M. C., FREITAS, F. A., SENA, E. L. S., & MESQUITA, A. J. M. **BRUCELOSE**

BOVINA: REVISÃO. 38(2), 31–39, 2014.

TAHAMTAN, Y., NAMAVARI, M. M., & AMRABADI, O. R. Prevalence of *Brucella* spp. in equines of Iran. **Comparative Clinical Pathology**, 24(6), 1479–1481, 2015. <https://doi.org/10.1007/s00580-015-2103-2>

TAHAMTAN, Y., NAMAVARI, M. M., MOHAMMADI, G., & JULA, G. M. (2010). Prevalence of Brucellosis in Horse North-East of Iran. **Journal of Equine Veterinary Science**, 30(7), 376–378, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2010.05.007>

THOMASSIAN, A. **Enfermidades dos equinos**, 2005.

THRUSFIELD, M. **Veterinary Epidemiology**. 2nd ed. Wiley, 1997.