FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS
CURSO DE MESTRADO

INSPEÇÃO: É DEFINITIVA? CONFIABILIDADE DO DIAGNÓSTICO VISUAL DA CISTICERCOSE BOVINA NA CARNE

LARA PAEL COELHO

Campo Grande – MS
2026

LARA PAEL COELHO

INSPEÇÃO: É DEFINITIVA? CONFIABILIDADE DO DIAGNÓSTICO VISUAL DA CISTICERCOSE BOVINA NA CARNE

INSPECTION: IS IT DEFINITIVE? RELIABILITY OF VISUAL DIAGNOSIS OF BOVINE CYSTICERCOSIS IN MEAT

LARA PAEL COELHO

Orientador: Dr. FLABIO RIBEIRO DE ARAUJO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Campo Grande – MS
2026

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por toda inspiração durante esta caminhada acadêmica, pela fé que sustenta minha busca por melhores resultados profissionais, sempre com dedicação e empenho nas atividades que impulsionam a pesquisa.

Agradeço aos meus pais, Laura e Ramão, pelo inestimável suporte emocional ao longo do mestrado e pela confiança no meu trabalho. Ao meu irmão Renan, que tantas vezes me aguardava no estacionamento da Embrapa até a finalização dos testes laboratoriais.

Ao meu orientador, o pesquisador Dr. Flabio Araujo, expresso minha profunda gratidão pela confiança depositada em mim, pelos ensinamentos valiosos, pelo tempo dedicado e pelas correções minuciosas desde o início da pesquisa, que trouxeram clareza e contribuições precisas ao desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos professores Dr. Fernando Borges e Dr. Ricardo Lemos, da Famez/UFMS, pelas contribuições essenciais aos resultados desta pesquisa. Estendo meu reconhecimento aos colaboradores dos laboratórios de Doenças Parasitárias (LADPAR/UFMS) e de Anatomia Patológica (LAP/UFMS), pelo fornecimento de dados fundamentais.

Agradeço à pesquisadora Dra. Lenita pelo suporte indispensável na Embrapa durante as análises, bem como a todos os mestres e doutores envolvidos nas etapas do estudo — da produção de proteínas recombinantes à apresentação dos dados finais aos gestores do projeto.

Registro minha gratidão aos colaboradores da pesquisa, em especial aos pesquisadores da Embrapa Pantanal, Embrapa Gado de Corte e Embrapa Gado de Leite, além dos veterinários particulares que forneceram materiais essenciais.

Por fim, agradeço ao CNPq projeto nº. 440559/2022-7 – “Ferramentas de biotecnologia translacional para prevenção e diagnóstico da cisticercose bovina” e nº 408696/2024-9 pelo apoio financeiro que viabilizou a execução integral deste trabalho.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Desempenho diagnóstico dos métodos avaliados (ELISA e inspeção visual de rotina) em comparação com a PCR e a histologia como referência para a detecção de cistos viáveis de *Taenia saginata*…….....…….....….53

Tabela 2. Análise de regressão logística univariada e multivariada identificando fatores associados à positividade do PCR para *T. saginata* em tecidos bovinos (n = 232).....55

Tabela 3. Concordância entre métodos alternativos e de comparação, estratificada por tipo de órgão.……...…....……57

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1. Distribuição da quantidade de plantas frigoríficas espalhadas pelos estados brasileiros, sob fiscalização do serviço de inspeção federal (SIF) no Brasil. Fonte: ABIEC, 2025……..…….9

CAPÍTULO I

Fig 1. Fluxograma ilustrando a seleção e distribuição de amostras de tecido bovino e soro utilizadas para avaliações diagnósticas comparativas com o método de referência PCR…….....……42

SUMÁRIO

RESUMO……..…….5
Abstract…….…….…....6
INTRODUÇÃO…….…….....….....7
2. REVISÃO DE LITERATURA…….....8
3. REFERÊNCIAS……...…27
4. CAPÍTULO I: INSPEÇÃO É DEFINITIVA? CONFIABILIDADE DO DIAGNÓSTICO VISUAL DA CISTICERCOSE BOVINA NA CARNE……..…….....……35
5.CONSIDERAÇÕES FINAIS…….....63
6. IMPACTO ECONÔMICO, SOCIAL, TECNOLÓGICO E/OU INOVAÇÃO....63
7.REFERÊNCIAS…….....64

RESUMO

Este estudo investigou a capacidade de métodos diagnósticos complementares — incluindo PCR, histopatologia e ELISAs baseados em antígenos recombinantes de *Taenia saginata* — para confirmar lesões inicialmente detectadas por inspeção visual durante a vigilância de rotina da cisticercose bovina. Um total de 232 amostras de tecido e 197 amostras de soro foram coletadas de bovinos abatidos sob a fiscalização dos Serviços de Inspeção Federal e Estadual do Mato Grosso do Sul, Brasil, entre abril de 2023 e junho de 2024. As lesões classificadas como positivas na inspeção visual apresentaram baixa concordância com os métodos laboratoriais, indicando incerteza substancial na classificação em campo. A PCR direcionada ao gene da subunidade 1 da citocromo oxidase demonstrou alta especificidade, mas baixa sensibilidade, revelando que, embora os falsos positivos fossem incomuns, muitas infecções verdadeiras — especialmente aquelas envolvendo cistos calcificados ou degenerados — não foram detectadas. A histopatologia confirmou apenas uma minoria das lesões identificadas visualmente, destacando a influência da viabilidade do cisto e da preservação do tecido na confirmação diagnóstica. Os ensaios ELISA utilizando antígenos recombinantes TSA-9 e quiméricos TSA-9/TSA-18 apresentaram baixo desempenho diagnóstico, com a maioria dos casos visualmente positivos apresentando resultado negativo. Análises multivariadas mostraram que a positividade na PCR estava fortemente associada a cistos viáveis e tecido muscular, enquanto lesões hepáticas — frequentemente apresentando degeneração avançada — tiveram uma probabilidade significativamente menor de serem confirmadas. Observou-se um aumento linear na detecção por PCR em todas as categorias de lesões, desde lesões não características até cistos calcificados e viáveis. No geral, os resultados demonstram que a degeneração dos cistos e a localização anatômica afetam criticamente as taxas de confirmação e que a inspeção visual isoladamente não possui confiabilidade suficiente, ressaltando a necessidade de métodos laboratoriais complementares para apoiar o diagnóstico preciso e a tomada de decisões sanitárias.

Palavras-chave: Inspeção visual; PCR; Testes sorológicos; Histopatologia

ABSTRACT

This study investigated the ability of complementary diagnostic methods—including PCR, histopathology, and ELISAs based on recombinant *Taenia saginata* antigens—to confirm lesions initially detected by visual inspection during routine bovine cysticercosis surveillance. A total of 232 tissue samples and 197 serum samples were collected from cattle slaughtered under Federal and State Inspection Services in Mato Grosso do Sul, Brazil, between April 2023 and June 2024. Lesions classified as positive at visual inspection showed low concordance with laboratory-based methods, indicating substantial uncertainty in field classification. PCR targeting the cytochrome oxidase subunit 1 gene demonstrated high specificity but low sensitivity, revealing that although false positives were uncommon, many true infections—especially those involving calcified or degenerated cysts—were not detected. Histopathology confirmed only a minority of visually identified lesions, highlighting the influence of cyst viability and tissue preservation on diagnostic confirmation. ELISAs using recombinant TSA-9 and TSA-9/TSA-18 chimera antigens exhibited poor diagnostic performance, with most visually positive cases testing negative. Multivariate analyses showed that PCR positivity was strongly associated with viable cysts and muscle tissue, whereas liver lesions—frequently showing advanced degeneration—were significantly less likely to be confirmed. A linear increase in PCR detection across lesion categories was observed, from non-characteristic lesions to calcified and viable cysts. Overall, the findings demonstrate that cyst degeneration and anatomical location critically affect confirmation rates and that visual inspection alone lacks sufficient reliability, underscoring the need for complementary laboratory methods to support accurate diagnosis and sanitary decision-making.

Keywords: Visual inspection; PCR; Serological tests; Histopathology

1. INTRODUÇÃO

A cisticercose bovina é uma zoonose parasitária causada pela forma larval de *Taenia saginata*, e representa importante problema econômico e de saúde pública (OIE, 2006; Rossi *et al*., 2014). No Brasil, constitui uma das principais causas de condenação total ou parcial de carcaças em matadouros sob inspeção federal, comprometendo o desempenho da cadeia produtiva da carne e gerando prejuízos econômicos a produtores e frigoríficos (Rossi *et al*., 2020).

O papel do Brasil na bovinocultura mundial reforça a relevância desse problema sanitário. O país detém o maior rebanho bovino comercial do mundo, com aproximadamente 194 milhões de cabeças, correspondendo a 11,6% do rebanho global, é o segundo maior produtor de carne bovina, com cerca de 11,8 milhões de toneladas, atrás apenas dos Estados Unidos, e o maior exportador mundial, responsável por aproximadamente 21% da carne bovina comercializada internacionalmente em 2024 (ABIEC, 2025).

Os estados que mais contribuem para a elevada produtividade da pecuária de corte brasileira incluem Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Pará, Minas Gerais e São Paulo. Em Mato Grosso do Sul, o rebanho foi estimado em 19,01 milhões de cabeças em 2024, representando cerca de 11,08% do rebanho bovino nacional, e o município de Corumbá, localizado na porção sudoeste do estado, destaca-se por deter o maior rebanho municipal do país (ABIEC, 2025).

Essa elevada produtividade da pecuária bovina gera ampla empregabilidade e contribui para o desenvolvimento dos setores econômico, de transporte, educação e saúde. Entretanto, também pode ampliar o risco de transmissão de zoonoses veiculadas por alimentos, como a cisticercose, quando medidas de controle sanitário não são adequadamente implementadas (Tessele *et al*., 2013).

A atuação do Serviço de Inspeção Federal é, portanto, fundamental para a proteção da saúde pública e para a certificação da qualidade dos produtos de origem animal destinados ao mercado interno e internacional, o que evidencia a necessidade de avanços científicos e tecnológicos que aprimorem os

procedimentos de inspeção, facilitem o diagnóstico de enfermidades e previnam o consumo de alimentos impróprios (Brasil, 2017).

Atualmente, o método rotineiro empregado em frigoríficos e abatedouros brasileiros para a detecção de cisticercose bovina baseia-se na inspeção visual e na palpação de carcaças e vísceras, com realização de cortes em sítios anatômicos prediletos, visando à identificação de lesões macroscópicas que acometem a musculatura e órgãos prioritários, incluindo cisticercos de *T. saginata* (Uys *et al*., 2023). Embora seja um método operacionalmente simples, rápido e de baixo custo, a inspeção visual apresenta variações de sensibilidade e especificidade que podem subestimar a real prevalência de enfermidades, como a cisticercose bovina (Abuseir *et al*., 2007; Dettmann *et al*., 2022).

Estudos indicam que a prevalência de cisticercose bovina pode estar subestimada (até 10 vezes) quando apenas a inspeção de rotina é utilizada, em função de fatores como o estágio de desenvolvimento dos cistos, a intensidade e a distribuição da infecção e a experiência do inspetor na linha de abate. Além disso, o número e a profundidade dos cortes realizados em diferentes sítios anatômicos da carcaça, bem como a possibilidade de confusão com outras lesões macroscópicas, como as provocadas por *Sarcocystis* spp. ou processos inflamatórios crônicos, podem influenciar negativamente a acurácia diagnóstica (Lopes *et al*., 2011; Panziera *et al*., 2017).

Dessa maneira, este estudo avaliou a capacidade de métodos laboratoriais complementares — PCR, histopatologia e ELISA com antígenos recombinantes de *T. saginata* — para confirmação de lesões suspeitas de cisticercose bovina identificadas por inspeção visual em carcaças abatidas sob serviço de inspeção oficial em Mato Grosso do Sul, Brasil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1) Bovinocultura de corte brasileira

O Brasil consolidou-se como o segundo maior produtor mundial de carne bovina em 2024, com produção de 11,8 milhões de toneladas em equivalente carcaça, atrás apenas dos Estados Unidos (12,3 milhões de toneladas) (ABIEC,

2025). No comércio internacional, o país lidera as exportações, respondendo por 21% do volume global — ou seja, uma em cada cinco toneladas exportadas é brasileira —, o que reforça sua relevância no abastecimento alimentar mundial (ABIEC, 2025).

O rebanho bovino nacional distribui-se majoritariamente nas regiões Centro-Oeste (62 milhões de cabeças; 32% do total), Norte (50 milhões), Sudeste (31,25 milhões), Nordeste (29,20 milhões) e Sul (20,73 milhões). Em Mato Grosso do Sul, destaca-se o município de Corumbá, com o segundo maior rebanho municipal do Brasil (2,2 milhões de cabeças) e crescimento de 9,71% na última década (IBGE, 2024).

Cerca de 65% da carne bovina produzida no Brasil é inspecionada pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF), conforme quantitativo de estabelecimentos por estado (Figura 1) (ABIEC, 2025). Contudo, o abate clandestino representa risco significativo à saúde pública, especialmente para zoonoses como a cisticercose bovina, ao escapar de qualquer fiscalização sanitária. Estimativas indicam que esse abate não fiscalizado corresponde a 3,83% a 14,1% do total nacional (CEPEA, 2019).



Figura 1. Distribuição da quantidade de plantas frigoríficas espalhadas pelos estados brasileiros, sob fiscalização do serviço de inspeção federal (SIF) no Brasil. Fonte: ABIEC, 2025

2.2) Principais lesões observadas em inspeção post mortem de bovinos no Brasil

Estudos de Tessele *et al*. (2013), Bica *et al.* (2018), Panziera *et al*. (2020), Bidone *et al*. (2021) descreveram as principais lesões parasitárias em carcaças e vísceras de bovinos abatidos sob SISBI/SIF. As parasitoses associadas a condenações nos abatedouros referem-se, principalmente, à cisticercose (*T. saginata*), à fasciolose (*Fasciola hepatica*), à hidatidose (*Echinococcus granulosus*), à paramfístomíase (*Paramphistomum cervi*) e à miosite eosinofílica por *Sarcocystis* spp., assim como às nematodioses gastrintestinais e hepáticas.

Na inspeção *post-mortem* de bovinos, as lesões degeneradas de cisticercose apresentam-se macroscopicamente como cistos firmes, branco-amarelados, com limites bem definidos em músculos e órgãos, enquanto a fasciolose causa espessamento e alterações fibrosas nos ductos biliares, e as lesões de *Sarcocystis* spp. manifestam-se como áreas nodulares ou estriadas verde-amareladas em músculos esqueléticos e miocárdio. Essas características morfológicas estão ligadas à localização anatômica, à morfologia do parasita e à reação inflamatória nos tecidos adjacentes, frequentemente granulomatosa ou eosinofílicas (Tessele *et al*., 2013; Panziera *et al*., 2017; Panziera *et al*., 2020).

As lesões devem ser diferenciadas de processos infecciosos, neoplásicos e degenerativos semelhantes, como miosites crônicas por migração parasitária, lesões tóxicas ou consumo de *Urochloa* spp., tuberculose e hidatidose; confusões ocorrem especialmente em localizações atípicas de *Sarcocystis* spp. (músculos profundos, subcutâneo), levando a condenações inadequadas de carcaças (Tessele *et al*., 2013; Panziera *et al*., 2017; Panziera *et al*., 2020; Brown *et al*., 2017).

Portanto, Bidone *et al*. (2021) reforçam que, em estabelecimentos sob SISBI/SIF, a alta prevalência de cisticercose e fasciolose, aliada à semelhança macroscópica com outras afecções, aumenta o risco de diagnóstico equivocado se não houver integração entre inspeção visual e, quando necessário, exames complementares (histopatológico, sorológico ou molecular). Assim, o aprimoramento de técnicas diagnósticas e a capacitação constante dos médicos veterinários inspecionistas são essenciais para reduzir erros diagnósticos e garantir segurança sanitária.

2.3) Impacto econômico da cisticercose bovina no Brasil

A cisticercose bovina é uma das principais causas de condenação total ou parcial de carcaças em frigoríficos sob inspeção federal no Brasil, gerando impacto significativo sobre a cadeia produtiva da carne (Rossi *et al*., 2020; Guimarães-Peixoto *et al*., 2012). Esses prejuízos atingem especialmente pecuaristas e estabelecimentos sob inspeção, devido à necessidade de tratamentos térmicos (frio/calor), desossa especial, processamento tecnológico e restrições ao comércio, sobretudo para os principais mercados exportadores como a China, Estados Unidos, Egito e a Argélia, que representam aproximadamente 65-70% do total das exportações de carne bovina brasileira em 2023-2025 (Santos e Barros, 2009; FAZCOMEX, 2024; ABIEC, 2025).

A doença é endêmica em todas as unidades federativas brasileiras, com maior ocorrência em áreas associadas a piores indicadores socioeconômicos e falhas em saneamento básico, fiscalização e educação sanitária (Magaço *et al*., 2017). Diversos estudos com dados oficiais do SIF/MAPA estimaram perdas substanciais atribuídas à cisticercose bovina, reforçando seu peso econômico e sanitário.

No estado de Goiás, Aquino *et al*. (2017) relataram perdas de US$ 9,26 milhões em 2007 e US$ 11,31 milhões em 2014, associadas à condenação de carcaças e tratamentos térmicos extras pela cisticercose bovina. Em São Paulo, Comin *et al*. (2021) avaliaram mais de 6,2 milhões de carcaças inspecionadas entre 2017 e 2019, registrando prevalência de 1,41% da doença e perdas totais em torno de US$ 5,8 milhões para produtores locais, decorrentes de descontos por tratamentos como congelamento, salmoura, térmico e destinação a graxaria.

No Rio Grande do Sul, Henckel *et al*. (2020) estimaram prejuízos mínimos de US$ 167.868,53 entre 2019 e 2020, com predomínio de cisticercos não viáveis (70,56%), o que leva majoritariamente ao aproveitamento condicional de carcaças destinadas ao mercado interno. Na Região Serrana de Santa Catarina, Padilha *et al*. (2018) observaram prevalência de 7,06% entre 2003 e 2013, com 25,79% de cistos viáveis e aumento expressivo da infecção de 4,58% (2005) para 9,94% (2013), destacando cabeça e coração como os sítios anatômicos mais afetados.

Em Mato Grosso do Sul, Dutra *et al*. (2012) registraram prevalência média de 1,34% utilizando Sistemas de Informação Geográfica com dados do SIF/MAPA entre 2007 e 2010, enquanto Aragão *et al*. (2014) relataram prevalências de 1,2% (2010) e 2,8% (2012) no estado. Esses achados, somados a relatos de outras regiões, confirmam que a cisticercose bovina é endêmica no território brasileiro e implica perdas econômicas contínuas e relevantes para o setor de carne.

2.4) Etiologia da cisticercose bovina

O ciclo da *T. saginata* envolve humanos como hospedeiros definitivos (teníase) e bovinos como intermediários (cisticercose) (Côrtes, 2000; Neves, 2007; Rey, 2008). A infecção dos bovinos ocorre pela ingestão de ovos em alimentos contaminados, comum em áreas com deficiências de saneamento básico (Côrtes, 2000; Cabaret et al., 2002).

No trato digestório dos bovinos, o envoltório dos ovos é digerido, liberando a oncosfera, que atravessa a mucosa intestinal e alcança a circulação sanguínea, migrando preferencialmente para a musculatura esquelética (Neves, 2007; Rey, 2008). Nesses tecidos, a larva se diferencia em cisticerco, formando uma vesícula preenchida por líquido e delimitada por parede cística; o metacestódeo de *T. saginata* é denominado *Cysticercus bovis* (Côrtes, 2000; Neves, 2007).

Os humanos se infectam ao consumir carne bovina crua ou mal cozida contendo cisticercos viáveis, especialmente preparações que não atingem temperaturas suficientes para inativar o parasita (Rey, 2008). No intestino delgado, o escólex evaginado fixa-se à mucosa e, em cerca de 8 a 12 semanas,

desenvolve-se o verme adulto, que pode sobreviver por até 25 anos no hospedeiro humano (Neves, 2007; Rey, 2008).

Nas proglotes maduras, ocorre autofertilização e produção de grande número de ovos embrionados; as proglótides gravídicas terminais destacam-se e são eliminadas com as fezes ou ativamente pelo ânus (Neves, 2007; Urquhart *et al*., 1990). Esses segmentos podem atingir aproximadamente 1 cm de comprimento por 0,6–0,7 cm de largura e conter até 160 mil ovos, contribuindo para intensa contaminação ambiental (Neves, 2007; Urquhart *et al*., 1990).

A liberação de proglótides gravídicas, associada ou não à defecação, favorece ampla dispersão de ovos no ambiente, aumentando o potencial de exposição de bovinos em áreas de pastagem (Cabaret *et al*., 2002; Jansen *et al*., 2021). Estudos apontam que a dispersão pode ser potencializada por fatores ambientais e por vetores mecânicos, como invertebrados e aves, o que amplia a área de risco além do local imediato de eliminação das fezes humanas (Jansen *et al*., 2021; Lopes *et al.*, 2011).

2.5) Epidemiologia: Fatores de risco e condições predisponentes para a permanência da cisticercose

No Brasil, a pecuária de corte é predominantemente conduzida em sistema extensivo, caracterizado pelo uso de grandes áreas de pastagem, alimentação baseada em forragens naturais ou cultivadas e menor intensidade de manejo técnico mecanizado. Esse modelo, adotado por grande parte dos produtores, apresenta menor custo operacional, mas está associado a desafios como variações na qualidade das pastagens, menor controle sobre a densidade animal e acesso irrestrito a fontes de água superficiais, frequentemente expostas à contaminação fecal humana (Rossi *et al*., 2020).

Diversas condições ambientais descritas em estudos geoespaciais de diferentes regiões brasileiras contribuem para a manutenção da cisticercose bovina, incluindo áreas alagadas ou com alta pluviosidade, criação de bovinos em localidades próximas a plantações (cana-de-açúcar, café e laranja), proximidade de pastagens a cursos d’água e lançamentos de efluentes, atividades turísticas em áreas rurais sem infraestrutura sanitária adequada e a

deposição direta de excretas humanas no ambiente (Pereira *et al*., 2017; Duarte *et al*., 2022).

Análises espaciais recentes reforçam que o risco de ocorrência da cisticercose é dinâmico e pode variar ao longo do tempo, em função de mudanças nos hábitos populacionais, na infraestrutura de saneamento e no tamanho do rebanho, como demonstrado em estudo de Gomes *et al*. (2023). Neste trabalho, o mapa de áreas de risco foi elaborado com base em variáveis como saneamento inadequado, população bovina, risco de inundação e uso e ocupação do solo característico da região estudada, evidenciando a importância desses fatores na distribuição espacial da cisticercose.

Em estudo recente de Dias *et al*. (2025), indicadores socioeconômicos, demográficos e zootécnicos foram analisados como potenciais fatores de risco para a cisticercose bovina, apesar da limitada robustez dos modelos. Em nível populacional, microrregiões com maior densidade humana apresentaram maior frequência de carcaças positivas, sugerindo maior potencial de contaminação ambiental e maior pressão sobre saneamento e inspeção. Em nível individual, animais mais velhos exibiram maior probabilidade de infecção, refletindo maior tempo de exposição a pastagens e fontes de água potencialmente contaminadas ao longo da vida produtiva.

Esses achados dialogam com sínteses técnicas nacionais, como o documento da Embrapa (2023), que destaca que a cisticercose bovina é uma zoonose multifatorial, fortemente influenciada por alta densidade populacional humana, baixa cobertura de saneamento, consumo de carne bovina mal cozida e características de manejo e uso do solo.

2.5.1) Descarte de efluentes

Sistemas de tratamento de esgoto e estações de águas residuais frequentemente não são capazes de eliminar totalmente ovos de *Taenia* spp., de modo que o descarte de efluentes e o uso de lodo de esgoto em áreas agrícolas podem representar importante fator de risco para infecções por *T. saginata* em bovinos (Jansen *et al*., 2021; Cabaret *et al*., 2002). Bovinos podem se infectar ao ingerir ovos viáveis presentes em pastagens ou fontes de água contaminadas,

especialmente em regiões com manejo inadequado de dejetos humanos (Abuseir *et al*., 2006).

No Brasil, investigações de surtos apontam associação entre cisticercose bovina, sistemas de esgotamento sanitário ineficazes e acesso de bovinos a áreas de pastagem ou água contaminadas por fezes humanas ou sedimentos de esgoto (Alves *et al*., 2017; Duarte *et al*., 2022). Essas condições favorecem a manutenção de focos de transmissão em propriedades rurais com deficiência de infraestrutura sanitária.

Biorresíduos aplicados em pastagens de ruminantes, como lodo de esgoto e chorume, podem atuar como veículos de ovos de *T. saginata* quando empregados para fertilização do solo e reciclagem de resíduos (Dumontet *et al*., 2001). Em países da Europa Ocidental e na América do Norte, *T. saginata* é uma das espécies de helmintos mais frequentemente detectadas em lodos de esgoto urbano, reforçando sua importância como risco sanitário em áreas de uso agropecuário desses resíduos (Cabaret *et al*., 2002).

Como hospedeiro definitivo, o ser humano alberga o verme adulto e elimina proglótides e ovos de *T. saginata* pelas fezes. Quando esses ovos contaminam o lodo de esgoto urbano destinado à adubação de pastagens, ocorre disseminação ambiental do parasito e aumento da probabilidade de surtos de cisticercose bovina em rebanhos expostos, cenário já descrito em diferentes contextos epidemiológicos (Cabaret *et al*., 2002; Jansen *et al*., 2021).

2.5.2) Dispersão de ovos de *Taenia* spp. e contaminação de solos, alimentos e água

As proglótides gravídicas contendo ovos viáveis de *T. saginata* são eliminadas pelas fezes humanas e podem ser expelidas tanto associadas à defecação quanto de forma independente, favorecendo ampla contaminação ambiental (Dorny; Praet, 2007). Em países de baixa renda, a combinação de saneamento básico precário, educação sanitária deficiente e manejo inadequado de dejetos humanos contribui para a contaminação de solos, plantações e mananciais com ovos de *Taenia* spp., aumentando a prevalência de cisticercose

bovina em rebanhos expostos a essas áreas (Pereira *et al*., 2017).

A água representa um importante meio de transmissão, tanto pelo consumo direto de água contaminada, quanto pelo uso em processos produtivos (Abuseir *et al*., 2007; Saelens *et al*., 2022). Além do uso para dessedentação animal, a utilização de água contaminada na irrigação de culturas agrícolas e pastagens expõe vegetais e forragens a ovos de helmintos, como demonstrado em estudos que monitoraram cistos, oocistos e ovos em águas residuais, lodo e efluentes tratados (Dudlová *et al.*, 2015).

O abastecimento hídrico de propriedades rurais tem sido identificado como fator de risco relevante para a cisticercose bovina (Allepuz *et al*., 2009). O acesso não controlado do gado a fontes de água superficiais, como rios, lagos, açudes e canais, bem como o alagamento sazonal de áreas de pastagem, configuram importantes condições predisponentes para a infecção dos bovinos (Boone *et al*., 2007). No Brasil, estudos de Pereira *et al*. (2017) evidenciaram associação entre pastagens alagadas, altos índices pluviométricos e ocorrência de cisticercose bovina em diferentes estados, reforçando o papel de fatores hidrológicos na dinâmica da doença.

Outros autores observaram que fazendas leiteiras e de grande porte apresentaram maior vulnerabilidade à infecção por cisticercose bovina, sendo o abastecimento hídrico a principal via de transmissão. Além disso, a localização geográfica da propriedade influencia significativamente o risco de ocorrência da doença (Allepuz *et al*., 2009).

Observou-se que propriedades de grande porte e fazendas leiteiras apresentam maior vulnerabilidade à infecção, sendo o tipo de abastecimento hídrico e a localização geográfica da propriedade variáveis decisivas para o risco de cisticercose bovina (Allepuz *et al*., 2009; Calvo-Artavia *et al*., 2013). A proximidade entre fazendas e estações de tratamento de esgoto ou pontos de lançamento de efluentes também foi apontada como potencial fonte de exposição de bovinos a ovos de taenídeos (Calvo-Artavia *et al*., 2013; Abunna *et al*., 2008; Asaava *et al*., 2009).

A detecção de formas evolutivas de parasitas intestinais em recursos hídricos está associada a riscos para a saúde pública e para a qualidade da água, com impacto tanto em humanos quanto em animais (Dalu *et al*., 2011). Paralelamente, o crescimento da demanda global por alimentos frescos e o

rápido transporte internacional de frutas e vegetais aumentam o potencial de disseminação de estágios infectantes de parasitos em cadeias alimentares, especialmente quando a produção ocorre em áreas com uso de água contaminada ou solos fertilizados com resíduos orgânicos não tratados (Slifko *et al*., 2000).

Em países em desenvolvimento, o uso de água contaminada por fezes humanas e animais para irrigação tem sido associado a elevadas taxas de contaminação de frutas e vegetais por ovos de helmintos (Guilherme *et al.*, 1999; Takayanagui *et al.*, 2001). A contaminação fecal de alimentos pode ocorrer em diferentes etapas da cadeia produtiva, incluindo cultivo, colheita, processamento, armazenamento e transporte, sobretudo quando se emprega água contaminada para lavagem ou irrigação, ou quando os vegetais são cultivados em solos contaminados e consumidos crus ou mal higienizados (Slifko *et al*., 2000; Aghaindum *et al*., 2019).

Diversos estudos em diferentes países documentaram contaminação parasitária de vegetais destinados ao consumo humano, evidenciando a presença de cistos, oocistos e ovos de helmintos, inclusive no Brasil (Santomauro *et al*., 2024). Considerando que parcela significativa dos vegetais produzidos em países em desenvolvimento é exportada para mercados de países desenvolvidos, o risco de disseminação internacional de parasitose veiculada por alimentos não pode ser negligenciado (Robertson; Gjerde, 2001).

2.5.3) Atividades turísticas e influência na disseminação da cisticercose bovina

Atividades recreativas como camping em áreas rurais têm sido associadas à contaminação de pastagens por fezes humanas, resultante de práticas inadequadas de higiene pessoal e hábitos culturais que favorecem a defecação a céu aberto. Essa exposição direta contribui significativamente para a disseminação de ovos de *T. saginata*, elevando a prevalência de cisticercose bovina em rebanhos que pastam nessas áreas (Santos e Barros, 2009).

A proximidade de fazendas com infraestruturas como ferrovias e estacionamentos aumenta o risco de contaminação das pastagens por ovos de

T. saginata, devido à ausência de saneamento adequado e à presença frequente de indivíduos portadores de teníase. Estudos caso-controle na Europa, incluindo Flütsch *et al*. (2008) na Suíça e Calvo-Artavia *et al.* (2013) na Dinamarca, confirmam essa associação por meio de análises epidemiológicas que identificam esses locais como pontos críticos de transmissão fecal-oral.

Allepuz *et al*. (2009) aplicaram um questionário baseado no sistema de pontuação de risco da European Food Safety Authority (EFSA, 2004) para classificar propriedades na Catalunha quanto à probabilidade de cisticercose bovina, identificando como fatores principais a qualidade da fonte de água, o sistema de alimentação (pasto versus cocho), visitas a áreas endêmicas e localização geográfica próxima a centros populacionais. Abordagens semelhantes podem ser úteis ao contexto brasileiro pelas condições similares que favorecem o aparecimento de casos em rebanhos nacionais.

2.5.4) Impacto da educação sanitária no meio rural e a prevalência da cisticercose bovina

A ausência de educação sanitária em áreas rurais, combinada ao saneamento precário, representa fator determinante para a manutenção do ciclo biológico da cisticercose bovina (Rey, 2008). Boone *et al.* (2007) demonstraram que grande parte dos produtores desconhece a verdadeira epidemiologia da doença, associando erroneamente a transmissão de ovos de *T. saginata* a cães ou outros animais, em confusão com *Neospora caninum* ou *Sarcocystis* spp., além de superestimarem a ação de anti-helmínticos de amplo espectro contra *C. bovis*.

Trabalhadores sazonais (como cerqueiros e equipes de manutenção de rodovias) e visitantes ocasionais (pescadores, atletas ou caçadores) que acessam propriedades rurais frequentemente atuam como portadores assintomáticos de teníase, disseminando ovos de *T. saginata* nas pastagens (Ferreira *et al*., 2014). Assim, mesmo indivíduos urbanos sem rotina rural podem adquirir infecção por consumo de carne infectada com cisticercos viáveis, fechando o ciclo teníase-cisticercose de forma contínua.

Panziera *et al*. (2017) registraram prevalência média de 10-15% de cisticercose bovina por lote abatido, alcançando até 90% de condenações totais,

em municípios gaúchos como Santa Maria, Farroupilha, Montenegro e Vacaria. Nessas ocorrências, identificaram-se falhas sanitárias no confinamento com contaminação por fezes humanas e contribuição de trabalhadores eventuais para a disseminação ambiental.

2.6) Ferramentas de diagnóstico da cisticercose bovina

2.6.1) Método tradicional de inspeção da carne

A inspeção da carne bovina no Brasil é realizada por médicos-veterinários do SIF/SISBI durante o abate, mediante incisão e palpação dos principais músculos e órgãos. Conforme o Decreto nº 10.468/2020 do MAPA, as incisões e a palpação dos músculos e vísceras são executadas de acordo com a linha de inspeção: linha B – avaliação visual dos músculos masseteres e pterigóideos; linha D – esôfago; linha E – fígado; linha F – coração (saco pericárdico e ventrículos direito e esquerdo); e linha I – diafragma (Brasil, 2020).

Com base nos procedimentos de avaliação e na presença de cistos, a carcaça é encaminhada ao Departamento de Inspeção Federal (DIF) para avaliação final, conforme previsto no Decreto nº 9.013/2017 (Brasil, 2017). O DIF atua como instância de inspeção detalhada de carcaças suspeitas, realizando múltiplas incisões profundas e avaliação ampliada dos músculos e vísceras, aplicando os critérios de julgamento e descarte previstos no Decreto nº 9.013/2017, com as alterações introduzidas pelo Decreto nº 10.468/2020 e normas complementares do MAPA (Brasil, 2017; Brasil, 2020).

De forma simplificada, o artigo 185 do RIISPOA estabelece que carcaças com infecção intensa (oito ou mais cistos viáveis ou calcificados) distribuídos nos músculos, órgãos, quartos dianteiros e traseiros citados na normativa devem ser condenadas. Para infecções leves ou moderadas, em que a quantidade de cisticercos é insuficiente para caracterizar infecção intensa, requer-se inspeção completa e tratamento térmico, após a remoção das áreas afetadas (Brasil, 2017).

No entanto, estudos experimentais revelam que cisticercos frequentemente se instalam em locais fora do escopo da inspeção convencional, incluindo escápula, acém, lombo, filé mignon, costelas posteriores e lombo

superior. Regiões como paleta, coração, fígado, masseter e o conjunto acém-pescoço concentram a maioria dos cisticercos, o que compromete a detecção visual e explica a variabilidade na sensibilidade diagnóstica (Lopes *et al*., 2011).

Em abatedouros egípcios, Abd El-Hameed *et al*. (2024) reportaram masseter, músculos esqueléticos e língua como os sítios mais afetados por *C. bovis*, com prevalências de 0,76%, 0,07%, 0,03% e 0,02%, respectivamente, enquanto o coração liderou infecções sazonais. Esses resultados alinham-se aos de Costa *et al*. (2012), que apontaram o coração como principal alvo (1,90%). Fatores hemodinâmicos, topográficos e ecológicos guiam a dispersão das oncosferas, sem predileção absoluta por um sítio único, com a experiência do inspetor influenciando a identificação (Abd El-Hameed *et al*., 2024).

O exame visual de carcaças durante o abate apresenta baixa sensibilidade na detecção de infecções leves de cisticercose, frequentemente falhando em identificar casos, limitando a confiabilidade da vigilância epidemiológica na ausência de testes complementares (Jorga *et al.*, 2025). Ampliar incisões em músculos e vísceras eleva a detecção, mas danifica carcaças e aumenta riscos bacteriológicos (Dettmann *et al*., 2022). Incisões cardíacas adicionais oferecem alternativa menos invasiva, aproveitando degeneração e inflamação dos cistos para visualização (Eichenberger *et al*., 2011).

Lesões semelhantes, como actinobacilose, tuberculose, hidatidose e migrações helmínticas, desafiam a diferenciação de cisticercos, ampliando erros diagnósticos (Panziera *et al*., 2017; Tortelly, 2003; Costa *et al*., 2012). Histopatologia, testes moleculares e imunodiagnósticos elevam a precisão nessas situações (Scandrett *et al*., 2012).

2.6.2) Testes sorológicos (ELISA)

Testes sorológicos baseados na detecção de anticorpos anti-*Taenia saginata* representam um auxílio à inspeção visual convencional, permitindo a identificação de infecções recentes ou pré-existentes mesmo na ausência de cisticercos visíveis na carcaça. Em estudo sorológico transversal de Allepuz *et al.* (2012) já foi detectado soroprevalência maior que a obtida na inspeção visual, em matadouros da região da Catalunha (Espanha), sendo que os animais com

resultado positivo no teste ELISA não foram identificados como positivos na inspeção visual da carne.

Ensaios tipo ELISA para anticorpos revelam prevalência de cisticercose bovina subestimada pela inspeção de carcaças, úteis para o monitoramento de rebanhos e para a avaliação de riscos em diferentes sistemas de produção. Contudo, a baixa concordância entre achados post mortem e resultados sorológicos observado em alguns estudos também limita o uso isolado desses testes, reforçando a necessidade de integração com avaliação de carcaças e, sempre que possível, com testes de antígeno (Jansen *et al*., 2018; Assava *et al.,* 2009).

A detecção sorológica de anticorpos permite identificar animais expostos sem danificar a carcaça, oferecendo vantagens comparado a outros métodos invasivos, mas exige validação extensiva, padronização de cut-offs e interpretação crítica. Assim, mesmo com monitoramento sorológico intensivo, as limitações diagnósticas podem subestimar a prevalência real da cisticercose, demandando a integração com inspeção post mortem e exames moleculares (Abuseir *et al.*, 2006).

2.6.3) Diagnóstico parasitológico

Diferentes técnicas detectam e quantificam ovos de *Taenia* spp. em solo, alimentos e água, incluindo peneiramento, sedimentação, centrifugação, filtragem e flotação com soluções como água, Tween 20/80, cloreto de sódio, PBS ou hipoclorito de sódio para desprender ovos de detritos (Aghaindum *et al*., 2019). A microscopia convencional, embora simples e econômica, exige pessoal especializado para diferenciar ovos parasitários de detritos e não distingue *Taenia* spp. de *Echinococcus* spp. nem identifica espécies zoonóticas versus não zoonóticas. A falta de padronização e validação limita sua aplicação em análises epidemiológicas precisas (Saelens *et al*., 2022).

Para solo, protocolos combinam diluição com Tween 20/80 ou bicarbonato de amônio, seguidos de sedimentação ou flotação com sacarose e sulfato de zinco, alcançando recuperação de 2,5-20,9% dos ovos conforme a solução utilizada. Em alimentos, técnicas de sedimentação-concentração e

sedimentação-flotação separam ovos por densidade específica usando sulfato de zinco saturado, nitrato de sódio ou cloreto de zinco. Volumes maiores de água requerem pré-filtragem com peneiras e lavagem com Tween 80 ou EDTA para maximizar recuperação (Saelens *et al*., 2022).

Após filtração ou centrifugação, o sedimento é tratado com sulfato de zinco saturado (método Bailenger modificado), aliquotado e examinado microscopicamente, descartando-se o sobrenadante. Técnicas complementares como PCR e sequenciamento confirmam identificação molecular, superando limitações da microscopia. Essas abordagens aumentam robustez analítica, embora persistam desafios na validação para monitoramento ambiental rotineiro da cisticercose (Dudlová *et al*., 2015; Aghaindum *et al.*, 2019).

2.6.4) Diagnóstico molecular

Ferramentas moleculares superam as limitações da microscopia convencional na diferenciação de gênero e espécies de *Taenia* spp. em água, alimentos e outros meios ambientais. Saelens *et al.* (2022) descrevem diversas ferramentas de diagnóstico molecular — como PCR convencional, PCR multiplex e PCR em tempo real — já testadas para a detecção de ovos de *T. saginata* (água, alimentos e solo), as quais podem ser empregadas no monitoramento de contaminação ambiental e de alimentos.

Federer *et al.* (2016) e Frey *et al.* (2019) avaliaram amostras de vegetais e frutas para identificação de parasitos e demonstraram, por meio de técnicas moleculares, a presença de ovos de *T. saginata*. Federer *et al.* (2016) detectaram DNA de *T. saginata* em uma das amostras por PCR multiplex seguida de sequenciamento, indicando contaminação fecal humana em alimentos preparados para consumo. Frey *et al.* (2019) aplicaram PCR em tempo real como método de triagem para identificação diferencial de ovos de taenídeos em vegetais e frutas, permitindo discriminar *E. granulosus*, *Echinococcus multilocularis* e *Taenia* spp. (incluindo *T. saginata*).

Em contraste com os estudos em alimentos, para água não existem estudos específicos de PCR para *T. saginata*, sendo a maioria das ferramentas moleculares aplicadas à detecção de *Echinococcus* spp. ou *Taenia* spp. em

geral, especialmente em água superficial, subterrânea ou de esgoto. Assim, ainda não há protocolo validado de PCR para ovos de *T. saginata* em água de irrigação, rios ou esgoto. A revisão de Saelens *et al*. (2022) destaca essa lacuna, indicando que primers específicos para *T. saginata* (como da região *HDP2*) ainda não foram validados em água.

Sensibilidade e especificidade superiores em análises moleculares para detecção de cisticercos na carne bovina são essenciais para análises epidemiológicas precisas (Dudlová *et al*., 2015). González *et al*. (2006) descreveram um painel sequencial de PCRs adaptadas de protocolos prévios para discriminar molecularmente *T. saginata*, *T. solium*, *T. hydatigena*, *E. granulosus* e *Sarcocystis* spp. em cistos duvidosos, calcificados ou degenerados de bovinos e suínos.

Em síntese, o multiplex-PCR do fragmento genômico repetitivo *HDP2* (3.954 bp de *T. saginata*), utilizando os primers PTs7S35F1/F2 e PTs7S35R1, diferenciou *T. saginata* (bandas de 600 e 170 bp) de *T. solium* (apenas 170 bp) com alta sensibilidade em cistos degenerados. Posteriormente, PCR-RFLP com primers BD1/4S (ITS1: 750-1000 bp) e NC6/NC2 (ITS2: 550-650 bp) em regiões conservadas de 18S/5.8S/28S rDNA — identificou *T. hydatigena* (375 e 125 bp) e *E. granulosus* por tamanhos e digestão específica. Finalmente, PCR do 18S rRNA (primers 3L/3H: 500 bp) seguido de sequenciamento confirmou *Sarcocystis hominis* (bovinos) e *S. suihominis* (suínos), resolvendo confusões morfológicas em abatedouros (González *et al.*, 2006).

Trabalhos recentes como Abd El-Hameed *et al*. (2024) e Elbarbary *et al*. (2025) simplificaram essa abordagem de González *et al.* (2006), validando especificamente os primers PTs7S35F1/PTs7S35R1 da região *HDP2* (599 bp) como teste confirmatório para *C. bovis* em inspeções de abatedouros egípcios. Demonstraram 73-100% de confirmação molecular em cistos visualmente suspeitos (coração, masseter, língua), diferenciando *T. saginata* de *Sarcocystis* spp., inclusive em cistos calcificados e degenerados, viabilizando aplicação rotineira, evitando condenações desnecessárias de carcaças e elevando a segurança alimentar.

2.6.5) Diagnóstico histopatológico

No Brasil, o diagnóstico oficial *post-mortem* da cisticercose bovina segue

o RIISPOA (artigo 185), classificando metacestódeos como vivos ou mineralizados por exame macroscópico (Brasil, 2017). Cisticercos íntegros são facilmente identificados visualmente, mas formas degeneradas ou calcificadas demandam histopatologia para diferenciação precisa de lesões semelhantes (Panziera *et al*., 2017).

A classificação histopatológica distingue três grupos: (1) cisticercos vivos; (2) degenerados com possível viabilidade do escólex (subtipos 2a: necrose caseosa extensa sem viabilidade; 2b: membrana preservada com escólex potencialmente infeccioso); e (3) mineralizados. Características microscópicas incluem infiltrado granulomatoso com histiócitos em paliçada, eosinófilos e corpúsculos calcários ovais basofílicos ao redor de áreas necróticas (Costa *et al*., 2012; Tessele *et al*., 2013).

A análise detalhada da membrana e do escólex em casos intermediários determina a infectividade, impactando decisões sanitárias como condenação ou liberação de carcaças. Mineralizações distróficas podem simular corpúsculos diagnósticos, exigindo cautela na interpretação. Essa resposta imunopatológica reflete contenção do parasita pelo hospedeiro, evoluindo de necrose aguda para calcificação crônica (Panziera *et al*., 2017).

A histopatologia, embora essencial para casos duvidosos, enfrenta limitações práticas em abatedouros pela necessidade de infraestrutura laboratorial e tempo de processamento. Sua integração com métodos moleculares e sorológicos surge como estratégia complementar para otimizar a vigilância sanitária, reduzindo condenações injustificadas e aprimorando a rastreabilidade da cisticercose bovina no Brasil (Brasil, 2017; Panziera *et al*., 2017).

2.7) Importância do complexo teníase-cisticercose para a doença em humanos

O complexo teníase-cisticercose constitui importante zoonose de saúde pública, envolvendo *T. saginata* e *T. solium*. Humanos atuam como hospedeiros definitivos para ambas as espécies, enquanto bovinos são intermediários da *T. saginata* e suínos da *T. solium* (Acevedo-Nieto *et al*., 2022). A transmissão ocorre pelo consumo de carne bovina ou suína crua ou mal cozida contendo

cisticercos viáveis (Asaava *et al*., 2009).

Em um estudo de Sato *et al*. (2018), estimou-se que oito a vinte pessoas podem ser infectadas pela ingestão de carne de uma carcaça bovina contaminada. A disseminação ambiental de ovos por via fecal agrava o problema. Isso ocorre especialmente em áreas rurais com deficiências higiênico-sanitárias (Uys, 2023). Estudos em regiões endêmicas já destacaram associações com morbidades neurológicas. Dessa forma, o controle demanda vigilância integrada para interromper os ciclos (Liu *et al*., 2025).

Em humanos, *T. solium* causa neurocisticercose com formação de cistos cerebrais, podendo levar a convulsões, cefaleias e déficits neurológicos graves. *T. saginata*, por outro lado, causa teníase intestinal geralmente assintomática ou com sintomas leves, como náuseas, desconforto abdominal, flatulência, diarreia, perda de apetite, fraqueza, perda de peso e prurido anal por proglótides móveis (Liu *et al*., 2025; Asaava *et al*., 2009).

O diagnóstico precoce é feito através de exames coproparasitológicos. Outros métodos de detecção auxiliar podem incluir o diagnóstico por imagem como tomografia, mitigando complicações graves neurológicas. A identificação rápida previne evoluções severas e o monitoramento clínico é essencial em endemias (Chang *et al*., 2020).

No Brasil, estudos em assentamentos rurais de Minas Gerais indicaram prevalência baixa de teníase, todavia, há relatos notificados em várias regiões do país e subnotificação da doença. A teníase humana atingiu 0,35% (3/855) nessas áreas. Clusters ocorrem nas regiões Norte e Noroeste, principalmente, associados à criação de suínos soltos em sistemas extensivos (Acevedo-Nieto *et al*., 2022).

Globalmente, estima-se que 60-70 milhões de pessoas no mundo são portadores de teníase, sendo o maior número de casos registrados relatados nos continentes asiático e africano (Liu *et al*., 2025). Prevalências variam amplamente em zonas endêmicas, como 0,4% em áreas rurais do Camboja e até 2,5% em Turkana (Quênia) (Chang *et al*., 2020).

A subnotificação da doença subestima os dados globais reais (Asaava *et al*., 2009). Em Turkana (Quênia), a soropositividade bovina atingiu 16,7% em rebanhos (Asaava *et al*., 2009). No Oriente Médio reportou-se 0,2-8,6% de

teníase humana em estudos populacionais (Liu *et al*., 2025).

Costumes alimentares dessas regiões, como consumo de carne bovina mal cozida, impulsionam essas taxas. Além disso, falhas na inspeção tradicional subestimam cisticercos viáveis na linha de abate. Esses fatores explicam a persistência das altas prevalências regionais (Liu *et al*., 2025).

Portanto, o controle da teníase depende de ações integradas para a diminuição de casos, como: procedimentos adequados de abate sanitário; o tratamento antiparasitário é fundamental; a vigilância integrada de casos notificados e monitoramento ambiental (Uys, 2023).

A interconexão teníase-cisticercose potencializa riscos zoonóticos. Os humanos contaminam o ambiente e animais são infectados por ovos fecais dispersos (Acevedo-Nieto *et al*., 2022). Economicamente, há perdas por condenação de carcaças com a cisticercose e clinicamente a neurocisticercose em humanos induz sintomatologia grave (Asaava *et al*., 2009).

Abordagem One Health integra saúde humana e animal enfatizando a vigilância ambiental unificada (Acevedo-Nieto *et al*., 2022). As políticas unificadas reforçam prevenção dessas doenças, auxiliam na redução de morbimortalidade associada, além de intervenções multisetoriais em locais de maior prevalência dos casos e monitoramento contínuo dessas regiões são essenciais para a diminuição da ocorrência dessas zoonoses (Acevedo-Nieto *et al*., 2022; Hou *et al*., 2023).

2.8) Prevenção e controle da cisticercose bovina

A inspeção visual *post-mortem* em abatedouros oficiais segue o RIISPOA, mas sua baixa sensibilidade exige estratégias complementares para remover carcaças infectadas da cadeia alimentar de forma eficaz (Brasil, 2017). Falhas críticas de comunicação entre saúde animal e humana impedem ações integradas, como rastreamento de áreas infectadas e monitoramento de trabalhadores expostos (Rossi *et al*., 2020).

O método Delphi identificou medidas prioritárias para redução da cisticercose: educação sanitária rural, vigilância intersetorial, normativas sanitárias e pesquisas epidemiológicas (Nickele *et al*., 2016). Educação sobre cozimento adequado de carne demonstra maior eficácia que controle isolado em

abatedouros para interromper o ciclo teníase-cisticercose rural (Duarte *et al*., 2022).

O tratamento sistemático da teníase humana em comunidades rurais reduz significativamente a incidência de cisticercose em rebanhos comerciais. Rastreamento de movimentação animal e mapeamento de fazendas de risco permitem intervenções sanitárias direcionadas com resultados comprovados no Brasil (Rossi *et al*., 2014).

Boas práticas de manejo rural (alimentação, pastagens seguras, instalações sanitárias) e prevenção ambiental (tratamento de esgoto, água potável para gado) complementam o controle. Essa abordagem *One Health*, integrando saneamento, educação continuada e comunicação intersetorial, representa a estratégia mais promissora para controle sustentável da cisticercose bovina brasileira (Nickele *et al*., 2016).

3. REFERÊNCIAS

ABD EL-HAMEED, M. H.; FATTAH, H. F. A.; EL-SHOROKY, H. E.; FAHMY, R.; AMER, N. F. A.; SAYED, N. The prevalence detection of Cysticercus bovis in slaughtered cattle in El-Bassatine abattoir, Cairo, Egypt. *Benha Veterinary Medical Journal*, s.l., v. 35, n. 2, p. 32-36, 2024. Disponível em: https://bvmj.journals.ekb.eg/article_366525.html.

ABIEC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. *Beef Report 2025: perfil da pecuária no Brasil*. São Paulo: ABIEC, 2025. Disponível em: https://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2025-perfil-da-pecuaria-no-brasil/

ABUSEIR, S.; EPE, C.; SCHNIEDER, T.; KLEIN, G.; KÜHNE, M. Visual diagnosis of Taenia saginata cysticercosis during meat inspection: is it unequivocal? *Parasitology Research*, s.l., v. 99, n. 4, p. 405-409, 2006. DOI: 10.1007/s00436-006-0158-3.

ABUNNA, F.; TILAHUN, G.; MEGERSA, B.; REGASSA, A.; KUMSA, B. Bovine cysticercosis in cattle slaughtered at Awassa municipal abattoir, Ethiopia: prevalence, cyst viability, distribution and its public health implication. *Zoonoses and Public Health*, s.l., v. 55, n. 2, p. 82-88, 2008. DOI: 10.1111/j.1863-2378.2007.01091.x.

ACEVEDO-NIETO, E. C.; OLIVEIRA, J. A.; PEREIRA, C. A. S.; CÔRTES, M. E.; MAGALHÃES, D. F. C. Complexo teníase-cisticercose em assentamentos da Reforma Agrária em Minas Gerais. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, [S.l.], v. 42, supl. 1, p. 1-12, 2022.

AGHAINDUM, A. G.; ATUD, A. Q.; NAD`EGE, O. A. Implications of soils around domestic water points in the spread of intestinal parasites in the city of Yaounde (Cameroon). *Journal of Water and Health*, s.l., v. 17, p. 318-328, 2019. DOI: 10.2166/wh.2018.159.

ALLEPUZ, A.; NAPP, S.; PICADO, A.; ALBA, A.; PANADES, J.; DOMINGO, M.; CASAL, J. Descriptive and spatial epidemiology of bovine cysticercosis in North Eastern Spain (Catalonia). *Veterinary Parasitology*, s.l., v. 159, p. 43-48, 2009.

ALLEPUZ, A.; GABRIËL, S.; DORNY, P.; NAPP, S.; JANSEN, F.; VILAR, M. J. et al. Comparison of bovine cysticercosis prevalence detected by antigen ELISA and visual inspection in the North East of Spain. *Research in Veterinary Science*, s.l., v. 92, n. 3, p. 393-395, 2012. DOI: 10.1016/j.rvsc.2011.03.027.

AQUINO, F. M.; ROSSI, G. F.; ROSSI, R. M.; HOPPE, E. G.; SOARES, F. A. F.; MATHIAS, L. A. F. Analysis of bovine cysticercosis in the state of Goiás, Brazil and economical losses for beef farms. *Parasitology Open*, v. 3, e12, 2017. DOI: 10.1017/pao.2017.13.

ALVES, W. C.; ROSSI, G. A. M.; LOPES, W. D. Z.; SOARES, V. E.; SANTANA, A. P.; PEREIRA, L. A.; MENDONÇA, R. P.; BHERING, M. F. Geospatial distribution and risk factors for bovine cysticercosis in the state of Rondônia, Brazil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Rio de Janeiro, v. 37, n. 9, p. 913-936, 2017. DOI: 10.1590/S0100-736X2017000900006.

ASAAVA, L. L.; KITALA, P. M.; GATHURA, P. B.; NANYINGI, M. O.; MUCHEMI, G.; SCHELLING, E. A survey of bovine cysticercosis/human taeniosis in Northern Turkana District, Kenya. *Preventive Veterinary Medicine*, s.l., v. 89, n. 3-4, p. 197-204, 2009. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2009.02.010.

BIDONE, N. B.; GONÇALVES, A. P.; BREMM, C.; GIROTTO, A. F.; GIROTTO-SOARES, A.; SANTOS, P.; PINTO, A. T.; SOARES, J. F. Slaughter condemnation in bovine due to parasitic lesions and their economic impact in Federal Inspection System establishments in Brazil and in State inspection System in Rio Grande do Sul State. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 30, n. 1, e022720, 2021. DOI: 10.1590/S1984-29612021014.

BICA, R. F. P.; COPETTI, M. V.; BRUM, M. C. S. Hydatidosis, cysticercosis, and tuberculosis rates in bovine slaughtered under state sanitary inspection in Rio Grande do Sul, Brazil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 48, n. 8, e20170811.R2, 2018. DOI: 10.1590/0103-8478cr20170811.

BOONE, I.; THYS, E.; MARCOTTY, T.; DE BORCHGRAVE, J.; DUCHEYNE, E.; DORNY, P. Distribution and risk factors of bovine cysticercosis in Belgian dairy and mixed herds. *Preventive Veterinary Medicine*, s.l., v. 82, p. 1-11, 2007.

BRASIL. Decreto n. 9.013, de 29 mar. 2017. Regulamenta a Lei n. 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei n. 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem

sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 29 mar. 2017.

BRASIL. Decreto n. 10.468, de 23 jul. 2020. Altera dispositivos do Decreto n. 9.013, de 29 de março de 2017, que regulamenta as Leis n. 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e n. 7.889, de 23 de novembro de 1989. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 23 jul. 2020.

CABARET, J.; GEERTS, S.; MADELINE, M.; BALLANDONNE, C.; BARBIER, D. The use of urban sewage sludge on pastures: the cysticercosis threat. *Veterinary Research*, s.l., v. 33, p. 575-597, 2002.

CALVO-ARTAVIA, F. F.; NIELSEN, L. R.; DAHL, J.; CLAUSEN, D. M.; ALBAN, L. Occurrence and factors associated with bovine cysticercosis recorded in cattle at meat inspection in Denmark in 2004–2011. *Preventive Veterinary Medicine*, s.l., v. 110, p. 177-182, 2013.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. Pecuária/Cepea: abate não fiscalizado no País corresponde de 3,83% a 14,1% do total. *Piracicaba: CEPEA, ESALQ/USP*, 2019. Disponível em: https://www.cepea.org.br/br/releases/pecuaria-cepea-abate-nao-fiscalizado-no-pais-corresponde-de-3-83-a-14-1-do-total.aspx

COMIN, V. C.; MATHIAS, L. A.; ALMEIDA, H. M. S.; ROSSI, G. A. M. Bovine cysticercosis in the State of São Paulo, Brazil: prevalence, risk factors and financial losses for farmers. *Preventive Veterinary Medicine*, s.l., v. 191, 105361, 2021. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2021.105361.

CÔRTES, J. A. Complexo Teníase Humana–Cisticercos Bovina e Suína II: cisticercose bovina e suína. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia*, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 61-71, 2000.

COSTA, R. F. R.; SANTOS, I. F.; SANTANA, A. P.; TORTELLY, R.; NASCIMENTO, E. R.; FUKUDA, R. T.; CARVALHO, E. C. Q.; MENEZES, R. C. Characterization of Cysticercus bovis lesions at postmortem inspection of cattle by gross examination, histopathology and polymerase chain reaction (PCR). *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Rio de Janeiro, v. 32, n. 6, p. 477-484, 2012.

CHANG, T.; JUNG, B.-K.; SOHN, W.-M.; HONG, S.; SHIN, H.; RYOO, S.; LEE, J.; LEE, K. H.; KHIEU, V.; HUY, R.; CHAI, J.-Y. Molecular diagnosis of Taenia saginata tapeworms from two residents of northern Cambodia. *Korean Journal of Parasitology*, [S.l.], v. 58, n. 2, p. 201-204, abr. 2020. DOI: 10.3347/kjp.2020.58.2.201.

DALU, T.; BARSON, M.; NHIWATIWA, T. Impact of intestinal microorganisms and protozoan parasites on drinking water quality in Harare, Zimbabwe. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, London, v. 1, n. 3, p. 153-163, 2011. DOI: 10.2166/washdev.2011.049.

DETTMANN, E.; ANDRADA, C. D. G.; LINK, D. T.; BRAGA, F. R.; ROSSI, G. A. M. Prevalência de cisticercose bovina em um abatedouro sob inspeção sanitária federal no estado do Espírito Santo, Brasil. *ARS Veterinária*, Jaboticabal, v. 38, n. 3, p. 104-110, 2022. DOI: 10.15361/2175-0106.2022v38n3p104-110.

DIAS, F. M. G. N.; OLIVEIRA, L. L. S.; SILVA, F. V. E.; SILVA, A. G. M. E.; FERRAZ, J. B. S.; ROSA, G. J. M. Prevalence, geospatial distribution, and risk factors for bovine cysticercosis across diverse states of Brazil. *Veterinary Parasitology*: Regional Studies and Reports, s.l., v. 63, 101305, 2025. DOI: 10.1016/j.vprsr.2025.101305.

DORNY, P.; PRAET, N. Taenia saginata in Europe. *Veterinary Parasitology*, s.l., v. 149, p. 22-24, 2007.

DUARTE, C. T. D.; PINTO, P. S. A.; SILVA, L. F.; ACEVEDO NIETO, E.; VITORINO, J. A. N.; SANTOS, T. O. Condenações de vísceras e carcaças bovinas em matadouros sob inspeção estadual em Minas Gerais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 74, n. 4, p. 576-584, 2022. DOI: 10.1590/1678-4162-12500.

DUDLOVÁ, E.; TRNKA, J.; ŠNÁBL, I.; ZÁKOVSKÁ, A.; ŠTEFAN, J. Bovine cysticercosis: detection of Taenia saginata cysticerci using PCR and histopathology. *Journal of Veterinary Science*, s.l., v. 16, n. 2, p. 243-250, 2015.

DUDLOVÁ, G.; VARGOVÁ, G. L.; VARGOVÁ, M. L.; VRÁBEL, R.; MITERPÁKOVÁ, M. Incidence of endoparasite germ's developmental stages (cysts, oocysts, protozoa, and helminth eggs) as an indirect monitoring factor for endoparasite circulation in raw municipal wastewater, sludge, and biologically cleaned wastewater. *Helminthologia*, Bratislava, v. 52, n. 4, p. 377-384, 2015.

EICHENBERGER, Ramon Marc; STEPHAN, Roger; DEPLAZES, Peter. Increased sensitivity for the diagnosis of *Taenia saginata* cysticercus infection by additional heart examination compared to the EU-approved routine meat inspection. *Food Control*, London, v. 22, n. 7, p. 989-992, 2011.

ELBARBARY, N. K.; GAREH, A.; ABDELHASEIB, M.; FOTOUH, A.; ABDELMOTILIB, N. M.; RAGAB, M. F.; DANDRAWY, M. K. Cysticercus bovis in slaughtered cattle in Upper Egypt: implications for food safety**.** *BMC Veterinary Research*, London, v. 21, n. 344, 2025.

EUROPEAN COMMUNITY. Regulation (EC) No 854/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific rules for the organization of official controls on products of animal origin intended for human consumption. *Official Journal of the European Union*, Luxembourg, L 155, p. 206-320, 2004.

FEDERER, K.; ARMUA-FERNANDEZ, M. T.; HOBY, S.; WENKER, C.; DEPLAZES, P. In vivo viability of Echinococcus multilocularis eggs in a rodent model after different thermo-treatments. *Experimental Parasitology*, s.l., v. 154, p. 14-19, 2015.

FERREIRA, M. M.; REVOREDO, T. B.; RAGAZZI, J. P.; SOARES, V. E.; FERRALDO, A. S.; MENDONÇA, R. P.; LOPES, W. D. Z. Prevalência, distribuição espacial e fatores de risco para cisticercose bovina no estado de São Paulo. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Rio de Janeiro, v. 34, n. 12, p. 1181-1185, 2014.

FREY, C. F.; OAKLEY JR, J.; LOBANOV, V. A.; MARREROS, N.; SCHURER, J. M.; LALONDE, L. F. A novel protocol to isolate, detect and differentiate taeniid eggs in leafy greens and berries using real-time PCR with melting curve analysis. *Parasites & Vectors*, London, v. 12, 590, 2019.

FLUTSCH, F.; HEINZMANN, D.; MATHIS, A.; HERTZBERG, H.; STEPHAN, R.; DEPLAZES, P. Case–control study to identify risk factors for bovine cysticercosis on farms in Switzerland. *Parasitology*, Cambridge, v. 135, p. 641-646, 2008.

GOMES, J. B.; AVELAR, B. R.; MARTINS, I. V. F. Updated spatial analysis of areas of occurrence of bovine cysticercosis in the state of Espírito Santo, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, s.l., v. 45, e003622, 2023. DOI: 10.29374/2527-2179.bjvm003622.

GONZÁLEZ, L. M.; VILLALOBOS, N.; MONTERO, E.; MORALES, J.; SANZ, R. A.; MURO, A. et al. Differential molecular identification of Taeniid spp. and Sarcocystis spp. cysts isolated from infected pigs and cattle. *Veterinary Parasitology*, s.l., v. 142, p. 95-101, 2006.

GUILHERME, A. L. F.; ARAÚJO, S. M.; FALAVIGNA, D. L. M.; PUPULIM, A. R.; DIAS, M. L. G. G.; OLIVEIRA, H. S. et al. Endoparasite prevalence in truck farmers and in the vegetables of Feira do Produtor de Maringá, Paraná. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Uberaba, v. 32, p. 405-411, 1999.

GUIMARÃES-PEIXOTO, R. P. M.; SOUZA, V. K.; PINTO, P. S. A.; SANTOS, T. O. Distribuição e identificação das regiões de risco para a cisticercose bovina no Estado do Paraná. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Rio de Janeiro, v. 32, n. 10, p. 975-979, 2012.

HENCKEL, D. J.; COMIN, V. C.; SOUZA ALMEIDA, H. M.; MATHIAS, L. A.; ROSSI, G. A. M. Epidemiology of bovine cysticercosis and associated economic losses in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Tropical Animal Health and Production,* s.l., v. 52, n. 6, p. 1-10, 2020. DOI: 10.1007/s11250-020-02369-5.

HOU, J.; CHEN, W.; CHEN, R.; HE, C.; MA, Y.; QU, J. A rare case of human taeniasis caused by Taenia saginata with species undetermined cysticercosis. *Parasitology*, [S.l.], v. 150, p. 240-247, 2023. DOI: 10.1017/S003118202200169X.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Produção da Pecuária Municipal 2024*. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html

JANSEN, F.; DORNY, P.; BERKVENS, D.; GABRIËL, S. Bovine cysticercosis and taeniosis: the effect of an alternative post-mortem detection method on prevalence and economic impact. *Preventive Veterinary Medicine*, s.l., v. 161, p. 1-8, 2018. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2018.10.006.

JORGA, E.; VAN DAMME, I.; MIDEKSA, B.; ZEWDE, D.; GABRIËL, S. Improved estimation of the prevalence of bovine cysticercosis and the diagnostic test characteristics in the absence of a reference standard using Bayesian latent class models: the example of Jimma and Ambo abattoirs, Ethiopia. *Veterinary Parasitology*: Regional Studies and Reports, s.l., v. 66, 101365, 2025. DOI: 10.1016/j.vprsr.2025.101365.

LEITE, J. S. F.; PASSOS, R. S. F. T.; CRUZ, T. M. P.; BARRETO, B. G.; SILVA, M. C. A.; CAVALHEIRO, C. P. Main causes of cattle slaughter condemnation under the state sanitary inspection in Bahia, Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 43, n. 1, p. 61-72, jan./fev. 2022. DOI: 10.5433/1679-0359.2022v43n1p61.

LIU, L.; JI, Y.; FENG, L.; WANG, T.; LI, X.; YANG, J. A case report of Taenia saginata infection and literature review. *Infection and Drug Resistance*, [S.l.], v. 18, p. 3449-3458, 2025. DOI: 10.2147/IDR.S534848

LOPES, W. D. Z.; SANTOS, T. R.; SOARES, V. E.; NUNES, J. L. N.; MENDONÇA, R. P.; LIMA, R. C. A. et al. Preferential infection sites of Cysticercus bovis in cattle experimentally infected with Taenia saginata eggs. *Research in Veterinary Science*, s.l., v. 90, n. 1, p. 84-88, 2011. DOI: 10.1016/j.rvsc.2010.04.014.

MAGAÇO, F. D. S.; DUARTE, E. R.; ALMEIDA, A. C. D.; SOUZA, R. M. D. Aspectos epidemiológicos e distribuição da cisticercose bovina: uma revisão. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 31, n. 272/273, p. 19-26, 2017.

NEVES, D. P. *Parasitologia dinâmica*. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2007. 495 p.

NICKELE, E. P.; BUSATO, M. A. Prevention and control of bovine cysticercosis: a Delphi study. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 37, n. 6, p. 4139-4148, 2016. DOI: 10.5433/1679-0359.2016v37n6p4139.

OFFICE INTERNATIONALE DES EPIZOOTIES. *List of diseases*. Paris: OIE, 2006. Disponível em: http://www.oie.org.

PADILHA, M. A. C.; WASEN, G.; COFFY, D. B.; SOUZA, A. P.; MOURA, A. B. Bovine cysticercosis: a retrospective survey in the mountainous region of Santa Catarina State, Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 39, n. 3, p. 1091-1098, 2018. DOI: 10.5433/1679-0359.2018v39n3p1091.

PANZIERA, W.; VIELMO, A.; BIANCHI, R. M.; ANDRADE, C. P.; PAVARINI, S. P.; SONNE, L.; SOARES, J. F.; DRIEMEIER, D. Aspectos macroscópicos e histológicos da cisticercose bovina. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Rio de

Janeiro, v. 37, n. 11, p. 1220-1228, 2017. DOI: 10.1590/S0100-736X2017001100006.

PEREIRA, M. N.; ROSSI, G. A. M.; LOPES, W. D. Z.; SOUZA ALMEIDA, H. M.; MATHIAS, L. A.; SOARES, V. E.; VIDAL, A. M. C. Spatial analysis of bovine cysticercosis in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil: the needs of interventions in animal and human populations. *Veterinary Parasitology*: Regional Studies and Reports, s.l., v. 8, p. 94-98, 2017. DOI: 10.1016/j.vprsr.2017.03.001.

REY, L. *Parasitologia*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 888 p.

ROBERTSON, L. J.; GJERDE, B. Occurrence of parasites on fruits and vegetables in Norway. *Journal of Food Protection*, Des Moines, v. 64, n. 11, p. 1793-1798, 2001.

ROBERTSON, L. J.; GJERDE, B. Occurrence of parasites on fruits and vegetables in Norway. *Journal of Food Protection*, Des Moines, v. 64, n. 11, p. 1793-1798, 2001.

ROSSI, G. A. M.; GRISÓLIO, A. P. R.; PRATA, L. F.; BÜRGER, K. P.; HOPPE, E. G. L. Bovine cysticercosis situation in Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 2, p. 927-938, 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n2p927.

ROSSI, G. A. M.; GRISÓLIO, A. P. R.; PRATA, L. F.; BÜRGER, K. P.; HOPPE, E. G. L. Systematic review and meta-analysis of bovine cysticercosis in Brazil: current knowledge and way forward. *Parasites & Vectors*, London, v. 13, 92, 2020. DOI: 10.1186/s13071-020-3961-8.

SAELENS, G.; ROBERTSON, L.; GABRIËL, S. Diagnostic tools for the detection of taeniid eggs in different environmental matrices: a systematic review. *Food and Waterborne Parasitology*, s.l., v. 26, e00145, 2022. DOI: 10.1016/j.fawpar.2022.e00145.

SANTOMAURO, R. A.; PINTO-FERREIRA, F.; PIMONT, N. M.; MARQUES, M. M. Parasitic contamination in vegetables for human consumption: a systematic review and meta-analysis. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, Jaboticabal, v. 33, n. 3, e002824, 2024.

SANTOS, J. M. G.; BARROS, M. C. R. B. Cysticercus bovis e Cysticercus cellulosae: endoparasitas de importância no comércio da carne. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, Maringá, v. 2, n. 1, p. 79-96, 2009.

SATO, M. O.; SATO, M.; YANAGIDA, T.; WAIKAGUL, J.; PONGVONGS, T.; SAKO, Y.; SANGUANKIAT, S.; YOONUAN, T.; KOUNNAVANG, S.; KAWAI, S.; ITO, A.; OKAMOTO, M.; MOJI, K. Taenia solium, Taenia saginata, Taenia asiatica, their hybrids and other helminthic infections occurring in a neglected tropical diseases' highly endemic area in Lao PDR**.** *PLoS Neglected Tropical Diseases*, [S.l.], v. 12, n. 2, e0006260, fev. 2018. DOI: 10.1371/journal.pntd.0006260.

SCANDRETT, W. B.; HAINES, D. M.; PARKER, S. E.; ROBINSON, Y.; FORBES, L. B.; BRANDT, J. et al. Validation of an immunohistochemical assay for bovine cysticercosis, with comparison to a standard histological method. *Veterinary Parasitology*, s.l., v. 186, n. 3-4, p. 301-311, 2012. DOI: 10.1016/j.vetpar.2011.11.014.

SLIFKO, T. R.; SMITH, H. V.; ROSE, J. B. Emerging parasite zoonoses associated with water and food. *International Journal for Parasitology*, s.l., v. 30, n. 12-13, p. 1379-1393, 2000. DOI: 10.1016/S0020-7519(00)00128-4.

TAKAYANAGUI, O. M.; OLIVEIRA, C. D.; BERGAMINI, A. M.; CAPUANO, D. M.; OKINO, M. H.; FEBRONIO, L. H. et al. Monitoring of vegetables sold in Ribeirao Preto, SP, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Uberaba, v. 34, p. 37-41, 2001.

TESSELE, B.; BRUM, J. S.; BARROS, C. S. L. Lesões parasitárias encontradas em bovinos abatidos para consumo humano. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Rio de Janeiro, v. 33, n. 7, p. 873-889, 2013.

TORTELLY, R. *Lesões em fígados de bovinos sob inspeção sanitária e sua importância em saúde pública*. 2003. 95 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.

URQUHART, G. M.; ARMOUR, J.; DUNCAN, J. L.; DUNN, A. M.; JENNINGS, F. W. *Parasitologia veterinária*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1990. 306 p.

UYS, M.; FOSGATE, G. T.; SEGUINO, A. Bovine cysticercosis epidemiology and the economic impact of the triceps brachii incision in a South African export abattoir. *Preventive Veterinary Medicine*, s.l., v. 220, 106050, 2023. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2023.106050

4. CAPÍTULO I: INSPEÇÃO É DEFINITIVA? CONFIABILIDADE DO DIAGNÓSTICO VISUAL DA CISTICERCOSE BOVINA NA CARNE

Lara Pael Coelho[1¶], Amauri Ernani Torres Areco[1&], Murilo Damasceno Brunet de Freitas[1¶], Jéssica Cristine Kuramoto Moriya[2¶], Ana Clara Leonardo de Araújo[3&], Brendha Yasmin Leite Melo[2&], Guilherme Augusto Abrantes Sousa[3&], Paula Adas Suniga[3&], Acauane Sehnem Lima[4¶], Raquel Soares Juliano[5&], Andréa Alves do Egito[6&], Ingrid Batista Pinto[3&], Eronides de Souza Marques[3&], Ricardo Antônio Amaral de Lemos[4¶], Fernando de Almeida Borges[4¶], Marcelo Fontes Pereira[7¶], Márcio Roberto Silva[8¶], Lenita Ramires dos Santos[6¶], Flábio Ribeiro de Araújo[6*¶]

1 Bolsista do CNPq, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brasil

2 Bolsista do CNPq, Embrapa Bovinos de Corte, Campo Grande, MS, Brasil

3 Bolsista da FUNARBE, Embrapa Bovinos de Corte, Campo Grande, MS, Brasil

4 Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brasil

5 Embrapa Pantanal, Corumbá, MS, Brasil

6 Embrapa Bovinos de Corte, Campo Grande, MS, Brasil

7 Consultor veterinário particular, Campo Grande, MS, Brasil

8 Embrapa Bovinos Leiteiros, Juiz de Fora, MG, Brasil

*E-mail: flabio.araujo@embrapa.br (FRA)

¶ Estes autores contribuíram igualmente para este trabalho.

& Estes autores também contribuíram igualmente para este trabalho.

RESUMO

Este estudo investigou a capacidade de métodos diagnósticos complementares — incluindo PCR, histopatologia e ELISAs baseados em antígenos recombinantes de *Taenia saginata* — para confirmar lesões inicialmente detectadas por inspeção visual durante a vigilância de rotina da cisticercose bovina. Um total de 232 amostras de tecido e 197 amostras de soro foram coletadas de bovinos abatidos sob a fiscalização dos Serviços de Inspeção Federal e Estadual do Mato Grosso do Sul, Brasil, entre abril de 2023 e junho de 2024. As lesões classificadas como positivas na inspeção visual apresentaram baixa concordância com os métodos laboratoriais, indicando incerteza substancial na classificação em campo. A PCR direcionada ao gene da subunidade 1 da citocromo oxidase demonstrou alta especificidade, mas baixa sensibilidade, revelando que, embora os falsos positivos fossem incomuns, muitas infecções verdadeiras — especialmente aquelas envolvendo cistos calcificados ou degenerados — não foram detectadas. A histopatologia confirmou apenas uma minoria das lesões identificadas visualmente, destacando a influência da viabilidade do cisto e da preservação do tecido na confirmação diagnóstica. Os ensaios ELISA utilizando antígenos recombinantes TSA-9 e quiméricos TSA-9/TSA-18 apresentaram baixo desempenho diagnóstico, com a maioria dos casos visualmente positivos apresentando resultado negativo. Análises multivariadas mostraram que a positividade na PCR estava fortemente associada a cistos viáveis e tecido muscular, enquanto lesões hepáticas — frequentemente apresentando degeneração avançada — tiveram uma probabilidade significativamente menor de serem confirmadas. Observou-se um aumento linear na detecção por PCR em todas as categorias de lesões, desde lesões não características até cistos calcificados e viáveis. No geral, os resultados demonstram que a degeneração dos cistos e a localização anatômica afetam criticamente as taxas de confirmação e que a inspeção visual isoladamente não possui confiabilidade suficiente, ressaltando a necessidade de métodos laboratoriais complementares para apoiar o diagnóstico preciso e a tomada de decisões sanitárias.

Palavras-chave: Inspeção visual; PCR; Testes sorológicos; Histopatologia

RESUMO DO AUTOR

A cisticercose bovina é tradicionalmente diagnosticada em abatedouros por meio de inspeção visual, onde os inspetores procuram lesões semelhantes a cistos nos tecidos. No entanto, esse método frequentemente falha em distinguir infecções verdadeiras de outras condições que produzem lesões de aparência similar, levando à condenação desnecessária de carcaças ou, inversamente, à não detecção de infecções. Neste estudo, avaliamos a confiabilidade da inspeção visual na identificação de cistos de *Taenia saginata*, comparando as lesões detectadas em campo com métodos laboratoriais: PCR, histopatologia e ELISA utilizando proteínas recombinantes do parasita. Constatamos que muitas lesões consideradas positivas durante a inspeção visual não puderam ser confirmadas por nenhum teste complementar. A PCR, embora altamente específica, detectou apenas uma parte das infecções verdadeiras, particularmente não identificando cistos degenerados ou calcificados. A histopatologia confirmou apenas uma minoria dos casos visualmente positivos, e os testes sorológicos apresentaram valor limitado. É importante ressaltar que cistos viáveis e aqueles localizados no tecido muscular apresentaram uma probabilidade maior de serem confirmados do que as lesões encontradas no fígado, que frequentemente apresentavam degeneração avançada. Esses resultados destacam as limitações significativas de se basear exclusivamente na inspeção visual para o diagnóstico da cisticercose bovina e enfatizam a necessidade de integrar métodos laboratoriais para melhorar a precisão, reduzir as perdas econômicas e aumentar a segurança alimentar.

INTRODUÇÃO

A cisticercose bovina é uma zoonose causada pelo estágio metacestódeo da *Taenia saginata*, que pode levar à teníase em humanos. Embora ambas as doenças sejam bem controladas em muitos países desenvolvidos, a cisticercose bovina permanece uma doença tropical negligenciada em diversas regiões, representando uma preocupação significativa para a saúde pública (Panziera *et*

al, 2017; Gutema *et al*., 2020).

A transmissão do complexo teníase-cisticercose ocorre quando os ovos de *T. saginata*, excretados nas fezes humanas, contaminam pastagens e fontes de água. O gado ingere esses ovos, levando ao encistamento das larvas em seus tecidos (Laranjo-Gonzales *et al*., 2016; Vianna *et al*., 2020). A disseminação da doença é exacerbada por saneamento inadequado, higiene precária, dejetos humanos em áreas de pastagem e a estreita interação entre o gado e as atividades agrícolas ou de pesca (Laranjo-Gonzales *et al*., 2016; Arriola *et al*., 2014; Maia *et al*., 2017; Rossi *et al*., 2020). A infecção humana ocorre pelo consumo de carne bovina crua ou malpassada contendo cistos viáveis, particularmente proveniente de matadouros clandestinos ou sem inspeção oficial (Oliveira *et al*., 2020).

Atualmente, a inspeção visual de carcaças em matadouros continua sendo o principal método para diagnosticar a cisticercose bovina e controlar a transmissão humana (Uys *et al*., 2023). No entanto, esse método macroscópico sofre de uma dupla limitação: em nível de carcaça inteira, ele carece de sensibilidade e não detecta infecções leves ocultas (falsos negativos); porém, em nível de lesão, ele carece de especificidade, frequentemente classificando erroneamente granulomas ou cicatrizes não parasitárias como cistos de *T. saginata*, levando a uma superestimação da doença entre as carcaças sinalizadas (falsos positivos).

A inspeção visual é particularmente pouco sensível em infecções leves, muitas vezes subestimando a prevalência da doença em até 10 vezes, dependendo da experiência do inspetor e do estágio de desenvolvimento dos cisticercos (Geysen *et al.*, 2007). Além disso, a impossibilidade de inspecionar completamente as carcaças — devido à necessidade de evitar danificá-las para fins comerciais — pode levar à liberação de carcaças infectadas para consumo (Nascimento e*t al.*, 2020; Dettmann *et al.*, 2022).

Os cistos de *T. saginata* encontrados em carcaças bovinas variam em desenvolvimento dependendo da duração da infecção. A análise histopatológica permite a identificação dessas variações, possibilitando a classificação dos cistos como viáveis, em degeneração caseosa ou calcificados (Costa *et al*., 2012).

Um fator importante que influencia a detecção da cisticercose bovina é a

seleção dos locais anatômicos para inspeção. De acordo com o Decreto nº 10.468/2020 do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), os locais prioritários de inspeção incluem os músculos mastigatórios, a língua, o coração, o diafragma, o esôfago e o fígado (Brasil, 2020). No entanto, estudos experimentais sugerem que regiões como a escápula, o acém, a garupa, o filé mignon, o coxão mole, as costelas traseiras e o músculo da canela — frequentemente negligenciadas em inspeções de rotina — podem abrigar um número maior de cistos do que as áreas tradicionalmente examinadas (Lopes *et al*., 2011). O impacto da seleção do local anatômico na sensibilidade da inspeção foi destacado em um estudo realizado em um abatedouro no Rio Grande do Sul, Brasil, onde 31,25% das carcaças com infecções leves apresentaram cistos detectados somente após o corte de grupos musculares adicionais (Rodrigues, 1993).

A inspeção visual de carcaças bovinas pode, às vezes, levar a diagnósticos errôneos, uma vez que lesões não relacionadas à *T. saginata*, como cicatrizes ou outras anormalidades de órgãos, podem ser confundidas com a doença, resultando em sobrediagnóstico. Por exemplo, as lesões hepáticas causadas pela degeneração de cistos podem assemelhar-se às de várias outras condições, levando a falsos positivos (Scandrett *et al*., 2012). Os diagnósticos diferenciais, como actinobacilose, tuberculose, hidatidose e migração de helmintos, devem, portanto, ser cuidadosamente considerados (Panziera e*t al*., 2017; Costa *et al*., 2012; Tortelly, 2003; Costa *et al*., 2006).

Vários estudos relataram discrepâncias entre a inspeção visual e os métodos moleculares. Na Alemanha, por exemplo, 20% dos cistos viáveis e 49,2% dos cistos degenerados não foram detectados por PCR (Abuseir *et al.,* 2006). No Egito, apenas 1,9% das 685 carcaças diagnosticadas visualmente com cisticercose foram confirmadas por PCR (El-Sayad *et al*., 2021). Na Bélgica, a PCR confirmou 97% dos cistos viáveis e 73% dos cistos degenerados (Geysen *et al.*, 2007). Em Tocantins, Brasil, 28,57% de 14 carcaças visualmente positivas foram confirmadas como positivas para *T. saginata* por PCR, com histopatologia revelando lesões compatíveis com granulomas e equinococose em amostras negativas (Figueiredo *et al*., 2019).

Para aumentar a segurança alimentar e se alinhar aos padrões internacionais, o MAPA emitiu o Decreto nº 10.468/2020, introduzindo critérios

mais rigorosos para a inspeção de carcaças bovinas. As novas regulamentações exigem tratamento térmico para carcaças que contenham até um cisto viável ou calcificado, bem como a remoção e condenação das áreas afetadas (Brasil, 2020). No entanto, a implementação dessas medidas acarreta consequências econômicas substanciais, com perdas projetadas chegando a US$ 12.435.235,29 em São Paulo, em comparação com US$ 5.829.103,99 sob as regulamentações anteriores (Comin e*t al*., 2021). É importante notar que a maioria dos diagnósticos de cisticercose em abatedouros pelo Serviço Federal de Inspeção (SIF) envolve carcaças contendo apenas um cisto calcificado (De Souza e*t al.*, 2017), levantando preocupações sobre a adequação dos critérios de descarte atuais e a necessidade de equilibrar a proteção da saúde pública com o impacto econômico.

Com base nessas limitações, levantamos a hipótese de que a inspeção visual superestima as taxas reais de infecção quando comparada com métodos de diagnóstico confirmados em laboratório — PCR, histopatologia e ELISA — devido à sua especificidade reduzida e à possibilidade de classificação incorreta de lesões não relacionadas como cisticercos.

Este estudo tem como objetivo avaliar a confiabilidade da inspeção visual como método definitivo para o diagnóstico de cisticercose em carcaças e vísceras bovinas, comparando os resultados da inspeção visual com aqueles confirmados por PCR, histopatologia e ELISA usando proteínas recombinantes de *T. saginata.*

MATERIAIS E MÉTODOS

DECLARAÇÃO DE ÉTICA

Nenhum animal foi abatido especificamente para fins experimentais. As amostras biológicas foram obtidas de rebanhos comerciais durante inspeções de rotina em abatedouros, em conformidade com a legislação brasileira.

ORIGEM DAS AMOSTRAS

Este estudo foi conduzido entre abril de 2023 e junho de 2024, envolvendo a coleta de fragmentos de tecido — com e sem lesões características de cisticercose — e alíquotas de soro de carcaças bovinas. As amostras foram obtidas de um total de 232 animais. Destes, 224 foram abatidos em um estabelecimento sob a jurisdição do Serviço de Inspeção Federal (SIF) e 8 em um estabelecimento sob a jurisdição do Serviço de Inspeção Estadual (SIE), ambos localizados no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Após a designação do inspetor no Departamento de Inspeção Final (DIF), as amostras de tecido foram coletadas e acondicionadas em recipientes plásticos individuais. O sangue foi coletado em tubos sem anticoagulante; após a retração do coágulo, o soro foi separado e armazenado em microtubos plásticos a -20 °C até o processamento.

Para contextualizar com precisão a população do estudo, é importante reconhecer que todas as amostras foram obtidas de carcaças previamente sinalizadas durante a inspeção visual de rotina post mortem. Consequentemente, carcaças não sinalizadas ou sem lesões macroscópicas aparentes não foram incluídas na amostragem. Isso introduz um viés de espectro, uma vez que a população do estudo reflete predominantemente animais com suspeita ou anormalidades visíveis e não representa toda a gama de estados de infecção presentes na população de abate. Como resultado, os achados não podem ser extrapolados diretamente para estimar a prevalência de resultados falso-negativos na inspeção visual, e a generalização dos resultados para carcaças assintomáticas ou não inspecionadas é inerentemente limitada.

Cada amostra foi identificada individualmente com o número de identificação do animal, localização anatômica da lesão, número do lote e data de coleta. As amostras foram acondicionadas sob refrigeração em caixas de poliestireno e transportadas para o Departamento de Saúde Animal da Embrapa Bovinos de Corte para análises de PCR e ELISA. Uma porção representativa das amostras de tecido foi fixada em formalina tamponada a 10% e enviada ao Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul para avaliação histopatológica.

Dos 232 animais avaliados, coletamos exatamente 232 amostras de tecido/órgão (representando uma lesão específica ou tecido alvo por animal) e 197 amostras de soro viáveis. Os fragmentos de tecido foram obtidos do coração, fígado ou grupos musculares específicos (diafragma, masseter e pterigoide). Com base nos dados diagnósticos oficiais do abatedouro, os 232 animais foram classificados em dois grupos: infectados (n = 195 animais), apresentando cistos viáveis ou calcificados; e não infectados (n = 37 animais), apresentando estruturas semelhantes a cistos sem características definitivas de cisticercose ou totalmente desprovidas dessas lesões. A distribuição detalhada dessas amostras entre os vários métodos diagnósticos é ilustrada na Figura 1.

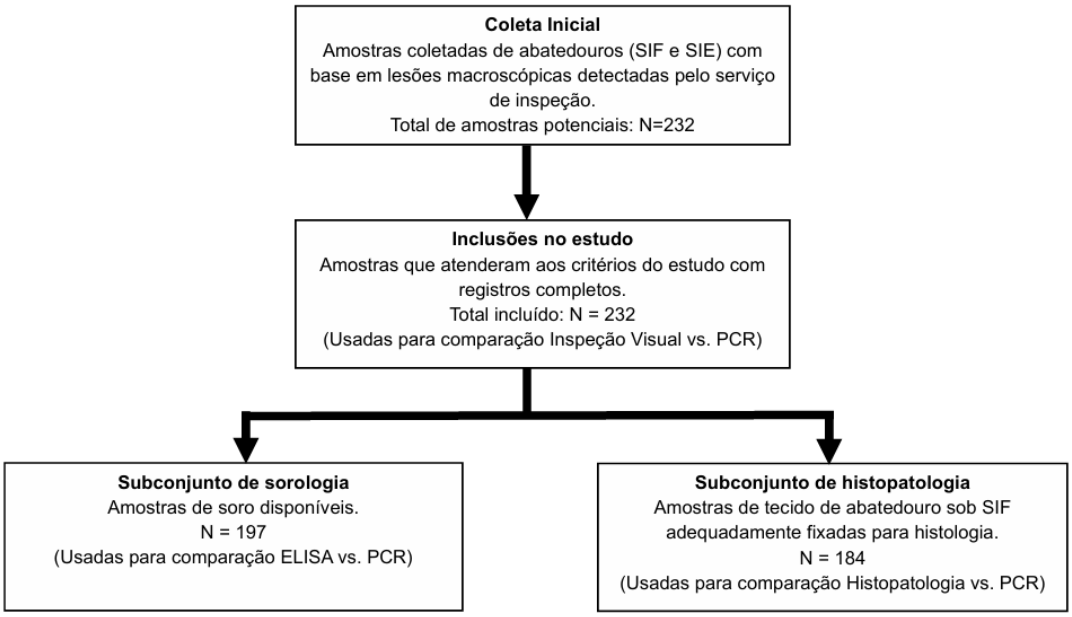


Figura 1. Fluxograma ilustrando a seleção e distribuição de amostras de tecido bovino e soro utilizadas para avaliações diagnósticas comparativas com o método de referência PCR.

Os cistos analisados foram classificados como calcificados, viáveis ou lesões indicativas de sarcocistose. Amostras sem lesões características de cisticercose foram obtidas de nódulos de tecido conjuntivo, tecido adiposo e tecido hepático necrótico. Adicionalmente, oito amostras de tecido provenientes de um matadouro sob SIE, diagnosticadas com cisticercose bovina com base na presença de cistos calcificados, foram incluídas no estudo. Fragmentos de tecido foram coletados do coração e da cabeça.

CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS PARA SELEÇÃO DE AMOSTRAS NO ESTUDO

As amostras de tecido selecionadas pelos abatedouros para este estudo foram coletadas de acordo com os procedimentos de inspeção post-mortem descritos no *Insp Bovinos: Manual de procedimentos de inspeção e fiscalização de bovinos e bubalinos e seus derivados em estabelecimentos sob inspeção federal (SIF) (Brasil, 2023).

Este manual especifica o procedimento de coleta de acordo com cada linha de inspeção:

Linha B - Inspeção da Cabeça e Língua:

Uma incisão sagital nos músculos masseteres é realizada de forma extensa e profunda, com duas incisões por músculo, feitas com um único movimento para cada incisão, a fim de expor os masseteres externo e interno. Segue-se a avaliação visual das superfícies musculares expostas. Uma incisão sagital nos músculos pterigoideos também é feita, com duas incisões por músculo sempre que possível, novamente com um único movimento por incisão, seguida de uma avaliação visual das superfícies expostas.

Linha D - Inspeção do Trato Gastrointestinal, Baço, Pâncreas, Bexiga, Esôfago e Útero:

Exame visual e por palpação da porção muscular (interna e externa) do esôfago.

Linha E - Inspeção do Fígado:

Inspeção visual de toda a superfície do fígado e palpação do órgão.

Linha F - Inspeção dos Pulmões, Coração, Traqueia e Glote:

Exame visual e Inspeção por palpação do coração; incisão do saco pericárdico para expor a maior parte do músculo cardíaco para exame mais detalhado; separação do coração dos pulmões por secção dos principais vasos na base; abertura Os ventrículos direito e esquerdo foram expostos por meio de uma incisão da base ao ápice do coração, expondo as câmaras cardíacas; e o músculo cardíaco foi "descamado" (cortado sem separação completa) da base ao ápice com o auxílio de uma faca.

Linha I - Inspeção da Meia Carcaça Craniana:

Inspeção do diafragma.

Assim, para este estudo, de acordo com os procedimentos de avaliação e com base no órgão de interesse em cada linha de inspeção, quando a presença de um cisto era observada em qualquer local, a carcaça era encaminhada para o DIF (Departamento de Inspeção Federal) para avaliação adicional.

No DIF, as lesões foram cuidadosamente avaliadas e informações detalhadas foram registradas na planilha de coleta, incluindo o número do lote, o número da carcaça, a data do abate, o diagnóstico, a localização da lesão, as características da lesão e o número de lesões. As lesões foram então classificadas como visualmente positivas para cisticercose (cistos viáveis ou calcificados) ou visualmente negativas (como tecido conjuntivo ou tecido adiposo).

Após a avaliação do estágio de desenvolvimento do cisto, foram aplicados os critérios de julgamento e descarte estabelecidos no Decreto nº 9.013/2017 [26], que regulamenta a inspeção industrial de produtos de origem animal. As disposições pertinentes do decreto são as seguintes:

Art. 185. Carcaças com infecção intensa por *Cysticercus bovis* (cisticercose bovina) devem ser condenadas.

§ 1. Infecção intensa é definida como a presença de pelo menos oito cistos viáveis ou calcificados, distribuídos da seguinte forma:

I – Quatro ou mais cistos nas áreas de inspeção designadas (músculos mastigatórios, língua, coração, diafragma e seus pilares, esôfago e fígado); (Conforme alterado pelo Decreto nº 10.468, de 2020) (Brasil, 2020).

II – Quatro ou mais cistos localizados nos quartos dianteiros (músculos do pescoço, peito e ombro) ou nos quartos traseiros (músculos da garupa, lombo e lombo), após inspeção no DIF por meio de múltiplas incisões profundas.

§ 2. Para infecções leves ou moderadas, caracterizadas pela presença de cistos viáveis ou calcificados em quantidades insuficientes para constituir uma infecção intensa, a inspeção deve ser realizada em todas as áreas de inspeção designadas em toda a carcaça. Nesses casos, a carcaça afetada deve ser submetida a tratamento condicional, seja por congelamento ou aquecimento, após a remoção e condenação das áreas afetadas (Conforme alterado pelo Decreto nº 10.468, de 2020) (Brasil, 2020).

§ 6. Os procedimentos para a detecção de cistos nas áreas de inspeção

designadas devem estar em conformidade com as normas complementares.

Os cistos, independentemente do seu estágio de desenvolvimento, foram coletados juntamente com o tecido circundante para facilitar a análise histopatológica e por PCR. Da mesma forma, para as carcaças que apresentavam lesões, foram coletadas amostras de sangue para o teste sorológico ELISA. A coleta de sangue foi realizada por meio de uma incisão na veia do plexo braquial, elevando o membro anterior de cada meia carcaça e aspirando o sangue para tubos para posterior análise.

TESTES MOLECULARES

A extração de DNA das amostras foi realizada utilizando o kit PureLink (Invitrogen, Waltham, Massachusetts, EUA), seguindo as instruções do fabricante. Um total de 25 mg de tecido homogeneizado foi utilizado para a extração. A quantificação do DNA foi realizada utilizando o espectrofotômetro Nanodrop 2000c (Thermo Scientific, Waltham, Massachusetts, EUA), conforme as diretrizes do fabricante. Após a quantificação, as amostras extraídas foram analisadas em gel de agarose a 0,8% para avaliar a integridade do DNA.

Para a detecção molecular, primers (primer direto 5’ GGATTGCCTCGTCGTGTTTG 3’ e primer reverso 5’ CTAAGCATGATGCAAAAGGC 3’) foram desenhados para amplificar um fragmento de 428 pares de bases da subunidade 1 do gene da citocromo oxidase de *T. saginata*. O desenho dos primers foi feito com auxílio da ferramenta Primer-BLAST do NCBI (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/tools/primer-blast/).

As reações de amplificação de DNA foram conduzidas em um termociclador (MJ Mini Personal Thermal Cycler - Bio-Rad, Califórnia, EUA), seguindo estas etapas: um ciclo inicial de desnaturação a 95ºC por 10 minutos, seguido por 35 ciclos de 94ºC por 1 minuto, 51ºC por 1 minuto e 72ºC por 40 segundos; uma extensão final a 72ºC por 7 minutos e finalização a 4ºC. As reações foram realizadas com um volume total de 20 µL por amostra, utilizando GoTaq Colorless Master Mix (2X) (Promega, EUA), 0,25 µM de cada primer e 200 ng de DNA alvo.

Os produtos de PCR, juntamente com o marcador molecular (1 kb Plus,

Invitrogen, EUA), foram submetidos à eletroforese em gel de agarose a 1,5%, com separação eletroforética a 100 V e 400 mA em tampão TBE 1X (0,11 M Tris-HCl, 0,05 M EDTA e 0,11 M ácido bórico). Os géis foram corados com um corante comercial (SafeDye Nucleic Acid Stain - Cellco, Brasil) e visualizados sob luz ultravioleta. As reações de PCR, quando testadas com DNA viável de cisticercos de *T. saginata*, amplificaram com sucesso até 60 pg de DNA.

Para verificar a presença de potenciais inibidores de PCR, amostras negativas foram testadas usando primers para o gene constitutivo bovino DGAT1, localizado no cromossomo 14. Este gene codifica a enzima diacilglicerol aciltransferase microssomal envolvida na síntese de triglicerídeos. Os primers (primer direto 5' AAGGCCAAGGCTGGTGAG 3' e primer reverso 5' TAGGTCAGGTTGTCGGGGTA 3') foram projetados a partir do acesso GenBank AY065621, conforme descrito por Sevane *et al*. (2011), amplificando um fragmento de 282 pb deste gene.

TESTES SOROLÓGICOS COM PROTEÍNAS RECOMBINANTES TSA-9 E QUIMERA TSA-9/TSA-18

Para produzir as proteínas alvo, a sequência de DNA que codifica TSA-9 e a sequência parcial de DNA de TSA-18 foram analisadas (acesso GenBank: CAA67185.1 e CAA67186.1) e preparadas para a construção de plasmídeos sintéticos: pET28a-TSA-9 (um produto de 237 aminoácidos, 25,9 kDa) e pET28a-TSA-9/TSA-18 quimera (um produto de 259 aminoácidos, 28,8 kDa). A produção da proteína recombinante ocorreu após transformação na cepa *Escherichia coli* BL21 Star (DE3) PlysS por meio de um protocolo de transformação química com $CaCl_2$ 100 mM em meio Luria Bertani suplementado com 0,25% de glicose. A expressão da proteína foi induzida com 1 mM de isopropil β-D-tiogalactopiranosídeo (IPTG).

Para concentrar as células produzidas após a indução, a cultura celular foi centrifugada a 10.000 rpm por 10 minutos a 4ºC. O sedimento foi então ressuspendido em tampão nativo (1X) contendo 25 mM de NaH_2PO_4 e 250 mM de NaCl, seguido de uma incubação de 30 minutos no gelo com 100 mg/mL de lisozima. Após a lise enzimática, o lisado foi sonicado em ciclos de 10 segundos

ligado e 10 segundos desligado, com 40% de amplitude no sonicador. O material sonicado foi então centrifugado a 10.000 rpm por 10 minutos a 4ºC. Os grânulos resultantes foram ressuspensos em tampão de ureia 8M (pH 8,0), filtrados através de uma membrana de 0,45 µm e submetidos à primeira etapa de purificação usando uma coluna de Ni^{2+} com resina ProBond (50% de suspensão em 20% de etanol) em condições desnaturantes.

As proteínas purificadas foram analisadas por SDS-PAGE (12%) (gel de empilhamento 5% e gel de resolução 12%), com o marcador de proteínas TrueColor High Range (9-245 kDa) usado como padrão de peso molecular. A eletroforese foi realizada a 120 V e 400 mA por aproximadamente 80 minutos. Os géis foram corados com Azul Brilhante de Coomassie, o excesso de corante foi removido usando uma solução descolorante e os géis foram posteriormente documentados usando um sistema BioRad versão 6.0.0. O material purificado por afinidade foi então submetido à eletroeluição, com as mesmas condições eletroforéticas utilizadas para géis de SDS-PAGE. Para a visualização reversível da banda de proteína, foi utilizado tampão de acetato de potássio (1M) para marcar a banda alvo.

Após a excisão da porção do gel contendo a proteína de interesse, esta foi colocada em uma membrana de diálise e imersa em tampão Tris-Glicina 1X (25 mM Tris-base, 192 mM glicina). A membrana foi colocada em uma câmara de eletroforese submersa em tampão Tris-Glicina 1X e submetida à eletroforese a 100 V por 300 minutos em banho de gelo para garantir a transferência completa da proteína do gel para o tampão. Após a eletroeluição, as proteínas foram dialisadas contra água, coletadas em tubos Falcon de 50 mL e liofilizadas. As proteínas foram então ressuspensas no menor volume possível. A concentração de proteína foi determinada usando o método de Bradford (1976), com albumina de soro bovino (BSA) como padrão para a curva de calibração. As proteínas foram concentradas em alíquotas de 2 mg/mL e tratadas com SDS para solubilização e adsorção, conforme descrito por Lechtzier *et al*. (2002).

Os testes de ensaio imunoenzimático (ELISA) foram padronizados usando as proteínas recombinantes TSA-9 e quimera TSA-9/TSA-18 (Lightowlers *et al*., 1996). Os poços de uma placa de poliéster Costar 3590 de 96 poços (Corning, Corning, NY, EUA) foram adsorvidos com as proteínas recombinantes TSA-9 e quimera TSA-9/TSA-18 em tampão carbonato-

bicarbonato (pH 9,6) por 16 horas a 4ºC em câmara úmida.

As placas foram bloqueadas com 200 µL/poço de uma solução contendo 0,05% de Tween 20 (PBST) e 1% de caseína por 60 minutos a 37 °C. Após quatro lavagens com PBST, 100 µL/poço de soro controle e soro teste, diluídos 1:100 (TSA-9) e 1:50 (quimera TSA-9/TSA-18) em PBST com 1% de caseína, foram incubados por 60 minutos a 37 °C. Posteriormente, 100 µL de conjugado de peroxidase anti-IgG bovina (molécula inteira) (A5295, Sigma, St. Louis, MO, EUA) diluído 1:10.000 em PBST foram adicionados a todos os poços. As placas foram incubadas por 60 minutos a 37ºC, lavadas quatro vezes e, em seguida, adicionou-se 100 µL/poço de substrato de tetrametilbenzidina (T0440, Sigma, EUA).

As reações foram interrompidas pela adição de 50 µL/poço de H_2SO_4 2,5N, e as densidades ópticas (DOs) foram medidas utilizando um leitor de ELISA (BioTek Instruments, Winooski, VT, EUA) com um filtro de 450 nm. Os valores de corte para o ELISA foram determinados com base na análise da curva ROC (Receiver Operating Characteristic) (Metz, 1978), utilizando o programa EPITOOLS [31], selecionando o limiar que maximizou o índice de Youden (J = Sensibilidade + Especificidade - 1) para equilibrar sensibilidade e especificidade. Para a construção da curva ROC, foi utilizado um painel de referência de 60 soros. O grupo controle positivo compreendeu 30 amostras confirmadas por PCR (10 de bovinos com cisticercos viáveis de *T. saginata* e 20 com cistos calcificados), e o grupo controle negativo compreendeu 30 amostras de bovinos sem cistos visíveis ou lesões macroscópicas durante a inspeção post-mortem.

HISTOPATOLOGIA

De 224 tecidos/órgãos coletados durante a inspeção visual na linha de abate em um abatedouro regulamentado por SIF, 184 fragmentos de tecido do coração, músculo esquelético (pterigoide, masseter e diafragma) e fígado foram enviados ao Laboratório de Anatomia Patológica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Amostras do SIE não foram enviadas para análise histopatológica.

Essas amostras foram coletadas de 181 animais, pois três animais

apresentaram lesões em dois locais diferentes. As amostras foram inicialmente coletadas pelo serviço de inspeção do abatedouro e, em seguida, enviadas à equipe da Embrapa Gado de Corte, onde foram congeladas e posteriormente conservadas em formalina a 10%.

Na análise macroscópica, as amostras foram classificadas em três grupos: 1 (sem lesão), 2 (lesão nodular sólida) e 3 (lesão cística), com subgrupos 3a (cistos vivos), 3b (cistos em degeneração) e 3c (cistos mineralizados), com base na classificação de Panziera et al. (2017). No exame microscópico, as amostras foram reclassificadas em grupos A (sem lesão), B (compatível com cisticercose) e C (outras lesões).

Para ser considerada compatível com cisticercose calcificada, a amostra precisava conter todos os seguintes componentes: um cisto formado, mineralização, uma cápsula fibrosa, células gigantes, infiltrado inflamatório misto (linfócitos, macrófagos, eosinófilos) e macrófagos em formação de paliçada, com ou sem corpos calcificados associados, com ou sem membrana parasitária. Para que uma amostra fosse compatível com cisticercose viva, o cisto deveria conter um escólex invaginado emergindo da membrana parasitária e, no parênquima, deveriam existir estruturas ovais eosinofílicas com imagem negativa, assemelhando-se a corpos calcificados.

No grupo C, as lesões foram classificadas com base no órgão afetado. Para o fígado, as classificações incluíram: hepatite (presença de infiltrado inflamatório mononuclear e/ou polimorfonuclear, com ou sem proliferação de ductos biliares), fibrose (proliferação de tecido conjuntivo fibroso, independentemente da distribuição), cisto mineralizado (área cística focal com cápsula de tecido conjuntivo fibroso e material basofílico granular compatível com mineralização em seu interior), abscesso (área nodular focal de necrose central, sem mineralização, circundada por uma cápsula de tecido conjuntivo fibroso), macrófagos espumosos (agregados focais ou multifocais de macrófagos espumosos) e nenhuma alteração.

As amostras de músculo cardíaco e esquelético foram agrupadas de acordo com a presença de miosite/miocardite (presença de infiltrado inflamatório mononuclear e/ou polimorfonuclear), fibrose, cisto mineralizado, abscesso ou ausência de alterações.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

O desempenho diagnóstico foi avaliado utilizando PCR (cox1) como método de referência para todas as avaliações comparativas (histopatologia, ELISA TSA-9, ELISA quimera TSA-9/TSA-18 e inspeção visual). Todos os métodos avaliados foram dicotômicos, com pontos de corte fixos previamente estabelecidos a partir de protocolos de referência validados. Embora três animais tenham fornecido mais de uma amostra de tecido para análise histopatológica (conforme detalhado na seção Histopatologia), a amostra individual foi mantida como unidade de análise para todas as comparações estatísticas entre os métodos, a fim de garantir a consistência, visto que a proporção amostra-animal era de aproximadamente 1:1.

O teste de McNemar foi aplicado para avaliar a homogeneidade marginal entre os testes pareados, utilizando o Epitools (Sergeant, 2018). A sensibilidade e a especificidade foram calculadas no OpenEpi. O coeficiente kappa de Cohen foi estimado usando o OpenEpi e confirmado com a calculadora kappa online do VassarStats (http://vassarstats.net/kappa.html) para verificar instâncias de kappa muito baixo ou não calculável.

Como os métodos complementares foram analisados como resultados binários em pontos de corte predeterminados e o número de amostras positivas para ELISA foi muito limitado, a geração da curva ROC e a estimativa da AUC não produziram resultados informativos para este conjunto de dados; portanto, a análise ROC não foi realizada. As razões de verossimilhança (LR+ e LR–) podem ser derivadas diretamente das tabelas de contingência 2×2, se necessário.

As associações entre as variáveis “presença e estado dos cistos” ou “órgão afetado” e a positividade nos métodos de detecção complementares foram avaliadas usando regressão logística univariada e multivariada (SPSS v.20.0).

Dado que as estatísticas kappa podem ser fortemente afetadas por desequilíbrios marginais e baixa prevalência — condições presentes neste conjunto de dados — valores kappa muito baixos ou não computáveis foram interpretados em conjunto com as tabelas de contingência 2×2 completas e as

estimativas de sensibilidade e especificidade correspondentes.

RESULTADOS

Inicialmente, foram avaliadas 197 amostras de soro e 232 amostras de tecido nos testes individuais (conforme detalhado na Tabela 3). No entanto, para avaliar rigorosamente o desempenho diagnóstico dos testes sorológicos e da inspeção visual de rotina, estabelecemos uma abordagem molecular e histológica combinada (PCR/HISTO) como método de referência. Consequentemente, para a análise de desempenho (Tabela 1), o conjunto de dados foi restrito ao subconjunto exato de amostras pareadas que apresentavam dados completamente correspondentes em todas essas avaliações específicas. Como uma parte das amostras de tecido (como as do SIE) não foi submetida à avaliação histopatológica, o subconjunto final usado para calcular a sensibilidade e a especificidade em relação ao método de referência PCR/HISTO compreendeu 170 amostras de soro e 199 amostras de tecido.

Para o ELISA TSA-9 (n = 170), 3 amostras foram verdadeiros positivos (positivas por ambos os métodos) e 77 foram verdadeiros negativos. Três amostras foram falsos positivos (ELISA-positivo/referência-negativo) e 87 foram falsos negativos (ELISA-negativo/referência-positivo). A sensibilidade foi de 3,33% (IC 95%: 1,14–9,35) e a especificidade foi de 96,25% (IC 95%: 89,55–98,72). O coeficiente Kappa não foi calculado porque a concordância observada foi menor que a concordância esperada pelo acaso. O teste de McNemar apresentou $p < 0,000001$.

Para o ELISA quimera TSA-9/TSA-18 (n = 170), 8 amostras foram verdadeiros positivos e 76 foram verdadeiros negativos. Quatro amostras foram falsos positivos e 82 foram falsos negativos. A sensibilidade foi de 8,88% (IC 95%: 4,57–16,57) e a especificidade foi de 95,00% (IC 95%: 87,84–98,04). O índice kappa de concordância foi de 3,69% (IC 95%: 0,00–10,90) e o teste de McNemar apresentou $p < 0,000001$.

Na inspeção visual (n = 199), 98 amostras foram verdadeiros positivos e 25 foram verdadeiros negativos. Um total de 67 amostras foram falsos positivos

(positivas na inspeção visual, mas negativas pelo método de referência) e 9 foram falsos negativos. A sensibilidade foi de 91,59% (IC 95%: 84,78–95,51) e a especificidade foi de 27,17% (IC 95%: 19,14–37,04). O índice kappa de concordância foi de 19,63% (IC 95%: 8,65–30,60) e o teste de McNemar apresentou $p < 0,000001$.

Tabela 1. Desempenho diagnóstico dos métodos avaliados (ELISA e inspeção visual de rotina) em comparação com a PCR e a histologia como referência para a detecção de cistos viáveis de *Taenia saginata*.

Nº de amostras	Método comparativo	Método referencial	TP (Pos/Pos)	TN (Neg/Neg)	FP (Pos/Neg)	FN (Neg/Pos)	p-values [a]	Kappa % (95% IC)	Sens% (95% IC)	Esp% (95% IC)
170	ELISA TSA-9	PCR/HISTO	3	77	3	87	<0.00001	b	3.33 (1.14 - 9.35)	96.25 (89.55 - 98.72)
170	ELISA Quimera	PCR/HISTO	8	76	4	82	<0.00001	3.69 (0.00 - 10.90)	8.88 (4.57 - 16.57)	95.00 (87.84 - 98.04)
199	Inspeção visual	PCR/HISTO	98	25	67	9	<0.00001	19.63 (8.65 - 30.60)	91.59 (84.78 - 95.51)	27.17 (19.14 - 37.04)

Notas: TP: Verdadeiro Positivo (Avaliado+ / Referência+); TN: Verdadeiro Negativo (Avaliado- / Referência-); FP: Falso Positivo (Avaliado+ / Referência-); FN: Falso Negativo (Avaliado- / Referência+). a Teste de McNemar. b O coeficiente Kappa não foi calculado para este conjunto de dados porque a concordância observada é menor que a concordância esperada pelo acaso.

A Tabela 2 mostra que as variáveis "presença e condição do cisto" e "tipo de órgão" estiveram associadas aos resultados da PCR na análise univariada ($p < 0,05$). Além disso, essas duas variáveis mantiveram uma associação independente com os resultados da PCR no modelo multivariado, conforme descrito na Tabela 2. A análise multivariada mostra que a probabilidade de obter resultados positivos na PCR é maior quando os cistos ainda estão viáveis (OR ajustada = 24,01; IC 95% 2,25 - 256,34; $p = 0,009$) em comparação com amostras calcificadas (OR ajustada = 8,51; IC 95% 1,10 - 65,67; $p = 0,04$), tendo as amostras negativas como grupo de referência. Por outro lado, amostras envolvendo pelo menos um músculo apresentaram maior probabilidade de serem positivas para PCR (OR ajustada = 4,83; IC 95% 2,43 - 9,59; $p < 0,001$), tendo como grupo de referência as amostras envolvendo apenas o fígado. É importante notar que algumas dessas razões de chances estimadas, particularmente para cistos viáveis e calcificados, são acompanhadas por intervalos de confiança muito amplos. Isso reflete a precisão estatística limitada devido ao pequeno número de amostras nessas subcategorias específicas. Na análise univariada em relação aos outros métodos diagnósticos, não foi encontrada associação significativa entre a presença/condição dos cistos ou o órgão envolvido com os resultados do ELISA TSA-9 ou do ELISA Quimera ($p > 0,05$). Para a histopatologia, a presença e a condição dos cistos mostraram associação significativa com o desfecho ($p = 0,044$), com maior frequência de diagnósticos positivos em lesões calcificadas (38,4%), mas nenhuma associação foi encontrada com o tipo de órgão afetado ($p = 0,28$).

Tabela 2. Análise de regressão logística univariada e multivariada identificando fatores associados à positividade do PCR para *T. saginata* em tecidos bovinos (n = 232).

Variável	Categoria	Total de amostras	PCR Positiva n (%)	Análise Univariada		Análise Multivariada	
				cOR (95% IC)	p-value	aOR (95% IC)	p-value
Condição do cisto	Negativo	37	1 (2.7)	1.00	-	1.00	-
	Calcificado	181	52 (28.7)	14.51 (1.93–108.67)	0.003	8.51 (1.10–65.67)	0.04
	Viável	14	10 (71.4)	90.00 (9.00–898.20)	< 0.001	24.01 (2.25–256.34)	0.009
Tipo de tecido	Apenas fígado	139	17 (12.2)	1.00	-	1.00	-
	Músculo(s)	93	46 (49.5)	7.02 (3.66–13.44)	< 0.001	4.83 (2.43–9.59)	<0.001

cOR: odds ratio bruto; aOR: odds ratio ajustado; IC: intervalo de confiança. a Resumo do modelo: Estatística global = 46,69, 3 df (p < 0,001); R^2 de Nagelkerke = 0,28; teste de Hosmer-Lemeshow = 0,43, 3 df (p = 0,93). b Categoria de referência.

Finalmente, a Tabela 2 mostra que a probabilidade de obter resultados positivos na inspeção visual no grupo de amostras com pelo menos um músculo foi significativamente maior do que naquelas com apenas fígado (OR = 9,71, IC 95% = 2,88-32,69, p < 0,0001).

A Tabela 3 mostra que as discrepâncias entre os testes alternativos e aqueles considerados o padrão ouro permaneceram significativas quando as comparações foram estratificadas por subgrupos de amostras, ou seja, aquelas contendo pelo menos um músculo e aquelas contendo apenas fígado.

Em relação às diferentes lesões observadas na histologia das 184 amostras, seguindo os critérios previamente estabelecidos, 64 eram compatíveis com cisticercose, 38 eram abscessos, 26 não apresentaram alterações microscópicas, 22 eram casos de hepatite, 13 eram cistos calcificados, 11 eram miosite/miocardite, 9 apresentavam macrófagos espumosos e 1 era fibrose.

Tabela 3. Concordância entre métodos alternativos e de comparação, estratificada por tipo de órgão.

Método avaliado	Método de comparação	Pelo menos um músculo					Exclusivamente fígado				
		Pos-Pos	Neg-Neg	Pos-Neg	Neg-Pos	p-value [a]	Pos-Pos	Neg-Neg	Pos-Neg	Neg-Pos	p-value [a]
ELISA TSA-9	Histopatologia	0	32	17	1	< 0.001	1	70	34	2	< 0.001
ELISA quimera	Histopatologia	0	33	17	0	< 0.001	5	68	30	4	< 0.001
Histopatologia	Inspeção visual	18	2	1	42	< 0.001	36	25	7	53	< 0.001
PCR	Histopatologia	10	23	21	9	0.04	8	71	7	35	< 0.001
ELISA TSA-9	ELISA quimera	3	73	1	0	> 0.99	2	107	2	9	0.06
ELISA TSA-9	Inspeção visual	3	1	1	72	< 0.001	4	30	0	86	< 0.001
ELISA TSA-9	PCR	2	36	2	37	< 0.001	0	102	4	14	0.03
ELISA quimera	Inspeção visual	3	2	0	72	< 0.001	7	26	4	83	< 0.001
ELISA quimera	PCR	2	37	1	37	< 0.001	1	96	10	13	0.68
PCR	Inspeção visual	46	3	0	44	< 0.001	16	33	1	-	-

ELISA TSA-9: ELISA com TSA-9 recombinante; ELISA quimera: ELISA quimera de TSA-9 e TSA-18 recombinantes; Pos-Pos: positivo em ambos os métodos; Neg-Neg: negativo em ambos os métodos; Pos-Neg: positivo no método de consulta e negativo no método de comparação; Neg-Pos: negativo no método de consulta e positivo no método de comparação.

a P-value determinado pelo teste de McNemar, usando cálculo exato de probabilidade binomial.

DISCUSSÃO

A cisticercose bovina, causada pelos metacestódeos de *T. saginata*, continua sendo uma grande preocupação na produção de carne bovina, causando perdas econômicas significativas devido à condenação de carcaças e à diminuição do valor da carne. Representa também um risco para a saúde pública, contribuindo para a ocorrência de teníase em humanos (Figueiredo *et al.*, 2019). No Brasil, essa infecção parasitária é comumente detectada durante inspeções post-mortem em abatedouros, mas as limitações da inspeção visual como ferramenta diagnóstica estão bem documentadas (Lopes *et al.*, 2011; Rodrigues, 1993; Figueiredo *et al.*, 2019). O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho de métodos diagnósticos complementares — histopatologia, ELISA e PCR — utilizando uma abordagem molecular e histológica combinada (PCR/HISTO) como método de referência, a fim de fornecer uma avaliação mais precisa de sua confiabilidade na detecção da cisticercose bovina.

Embora nenhum cálculo formal de tamanho amostral ou poder estatístico tenha sido realizado antes da coleta das amostras, o número de amostras incluídas no estudo foi adequado para estimar os parâmetros de acurácia diagnóstica. Uma avaliação retrospectiva indicou que o número disponível de animais infectados (n = 195) fornece precisão suficiente para as estimativas de sensibilidade. Por exemplo, assumindo uma sensibilidade esperada de 40%, esse tamanho amostral resulta em uma semi-amplitude aproximada do intervalo de confiança de 95% de 7%, demonstrando poder estatístico adequado para detectar diferenças significativas no desempenho do teste. Para a especificidade, o número de animais confirmados como não infectados (n = 37) naturalmente resulta em intervalos de confiança mais amplos; essa limitação reflete a baixa disponibilidade de animais verdadeiramente negativos em rebanhos naturalmente infectados e, portanto, é reconhecida. No geral, o tamanho amostral permite uma estimativa robusta da sensibilidade e suporta a interpretação apropriada da especificidade dentro das restrições realistas de campo. No entanto, é imprescindível reconhecer que essas estimativas de desempenho diagnóstico são condicionais à suspeita visual prévia. Como apenas carcaças previamente identificadas como suspeitas durante a inspeção

de rotina foram incluídas, isso introduz um viés de espectro. Consequentemente, a sensibilidade relatada da inspeção visual reflete seu desempenho em uma população pré-selecionada e não pode ser diretamente generalizada para representar o desempenho da triagem no mundo real em uma população geral de abate não selecionada. Os resultados obtidos por métodos diagnósticos complementares foram significativamente diferentes daqueles observados por meio de inspeção visual. Das 184 amostras de tecido analisadas por inspeção visual e histopatologia, 103 amostras apresentaram resultados divergentes, destacando a inadequação da inspeção visual isoladamente na detecção da cisticercose. Embora mais da metade das amostras inicialmente consideradas positivas para cisticercose por inspeção visual tenham sido posteriormente refutadas pela histopatologia, uma pequena proporção de lesões não características identificadas por inspeção visual foi confirmada como cisticercose por exame histológico. Essa discrepância demonstra que a inspeção visual isoladamente não é um método confiável para a detecção abrangente da cisticercose bovina, particularmente para cistos calcificados ou em degeneração.

Os resultados obtidos por métodos diagnósticos complementares foram significativamente diferentes daqueles observados por inspeção visual. Ao comparar a inspeção visual com a histopatologia, um grande número de amostras apresentou resultados divergentes, evidenciando a inadequação da inspeção visual isoladamente para a detecção da cisticercose. Enquanto mais da metade das amostras inicialmente consideradas positivas para cisticercose pela inspeção visual foram posteriormente descartadas pela histopatologia, uma pequena proporção de lesões não características identificadas pela inspeção visual foi confirmada como cisticercose pelo exame histológico. Essa discrepância demonstra que a inspeção visual isoladamente não é um método confiável para a detecção abrangente da cisticercose bovina, particularmente para cistos calcificados ou em degeneração.

Em nosso estudo, o ELISA TSA-9 apresentou baixíssima detecção de verdadeiros positivos e alta identificação de verdadeiros negativos, com muitas amostras positivas apenas pelo método de referência. O ELISA quimérico TSA-9/TSA-18 demonstrou uma taxa ligeiramente maior de verdadeiros positivos, mas ainda assim não conseguiu detectar a maioria das amostras positivas por PCR. Esses resultados indicam sensibilidade muito baixa, mas alta

especificidade (≥ 95%) para ambos os testes ELISA, evidenciando que a maioria dos animais infectados não é detectada pela sorologia. Padrões semelhantes foram relatados por Paulan *et al*. (2013) para antígenos de *T. saginata*, com sensibilidade muito baixa no ponto de corte clássico (9% para ambos os antígenos do fluido vesicular e da excreção-secreção) e apenas uma leve melhora em infecções intensas (12% e 9%, respectivamente). A sensibilidade aumentou em infecções leves, mas permaneceu limitada (49% e 52%). A especificidade foi alta no ponto de corte clássico e para infecções intensas (96% para ambos), mas diminuiu em infecções leves, particularmente para o antígeno do fluido vesicular (30%), enquanto o antígeno de excreção-secreção manteve especificidade moderada (57%).

Diversos fatores gerais podem explicar esses resultados insatisfatórios no teste ELISA, como baixos níveis de anticorpos circulantes em animais com infecção leve ou em estágios iniciais da doença, e variação natural na exposição ao antígeno entre os bovinos — afetada por infecções repetidas, estado imunológico ou eliminação prévia do parasita. Resultados falso-positivos também podem surgir devido à reatividade cruzada com outros parasitas ou lesões inflamatórias.

Além desses desafios sorológicos gerais, a baixa sensibilidade específica observada em nossos ensaios ELISA indiretos utilizando proteínas recombinantes TSA-9 e quimeras TSA-9/TSA-18 (3,33% e 8,88%, respectivamente) justifica uma análise crítica da natureza dos antígenos empregados. Embora proteínas recombinantes expressas em *Escherichia coli* sejam frequentemente utilizadas para mitigar a reatividade cruzada comumente associada a antígenos nativos de *Taenia* spp., os sistemas de expressão procarióticos inerentemente carecem de modificações pós-traducionais eucarióticas, como a glicosilação. A ausência dessas estruturas conformacionais nativas pode comprometer o reconhecimento de epítopos-chave por anticorpos circulantes. Essa limitação molecular é exacerbada pelo estágio fisiopatológico da doença: a grande maioria das lesões detectadas durante inspeções visuais de rotina em abatedouros, em nosso estudo, encontrava-se em estágios avançados de degeneração caseosa ou calcificação. Em tais infecções crônicas, a disponibilidade de antígenos é limitada e espera-se que os títulos de anticorpos específicos estejam significativamente reduzidos. Consequentemente, a

combinação do potencial alteração de epítopos devido ao sistema de expressão da *E. coli* e a diminuição natural da resposta imune humoral em bovinos com infecções de longa duração provavelmente explica a baixa precisão diagnóstica desses testes sorológicos em condições reais de abatedouro.

Em nosso estudo, a inspeção visual de rotina demonstrou alta sensibilidade, mas baixa especificidade quando comparada ao método de referência molecular e histológico combinado (PCR/HISTO). No entanto, essa falta de especificidade deve ser interpretada dentro do seu contexto regulatório. A inspeção visual de rotina funciona principalmente como uma ferramenta de triagem de primeira linha, de alta sensibilidade, projetada com critérios conservadores para minimizar falsos negativos e garantir a segurança alimentar, em vez de atuar como um diagnóstico confirmatório definitivo. É crucial considerar as limitações biológicas desses diagnósticos: embora as ferramentas moleculares sejam altamente específicas, sua sensibilidade diagnóstica diminui significativamente em lesões calcificadas devido à degradação do DNA. Consequentemente, uma lesão calcificada com resultado negativo na PCR não exclui necessariamente uma infecção histórica por *T. saginata*; indica apenas a ausência de DNA alvo intacto. Portanto, em vez de servir como um padrão absoluto para todos os estágios de infecção histórica, a combinação PCR/HISTO atua como uma ferramenta confirmatória altamente precisa para cistos viáveis. Nesse contexto, nossos resultados indicam que, embora a inspeção visual de rotina careça de especificidade devido à reatividade cruzada com outras lesões granulomatosas (por exemplo, reações vacinais, actinobacilose), ela superestima fundamentalmente a carga de cistos viáveis e infecciosos, que representa o risco zoonótico imediato real, em vez da prevalência histórica absoluta do parasita.

Nosso estudo também revelou que certas variáveis, como a viabilidade do cisto e o tipo de órgão, estavam significativamente associadas à positividade do PCR. Cistos localizados em tecidos musculares apresentaram maior probabilidade de gerar resultados positivos no PCR do que aqueles localizados no fígado. Essa associação reflete diferenças na eficiência da detecção de cistos e na biologia do parasita, e não na aplicação seletiva do PCR. Esses resultados ressaltam a importância de se considerar tanto a viabilidade do cisto quanto a localização anatômica na interpretação dos resultados diagnósticos. No entanto,

é importante interpretar essas razões de chances específicas com cautela. Os intervalos de confiança muito amplos observados em nossas análises de subgrupos (por exemplo, o amplo IC para cistos viáveis no modelo multivariado) são uma consequência direta do tamanho amostral limitado nessas categorias específicas, o que reduz o poder estatístico e a precisão dessas estimativas específicas.

Curiosamente, o fígado emergiu como um órgão relevante para o diagnóstico de cisticercose, embora alguns estudos sugiram que o fígado pode não ser o ideal para inspeção de rotina, dada a alta taxa de cistos não viáveis (Peixoto *et al*., 2018). No entanto, nossos achados indicam que o fígado não deve ser totalmente descartado e que mais pesquisas são necessárias para determinar as correlações entre a degeneração dos cistos no fígado e a presença de cistos viáveis em outros tecidos, como o músculo.

Em termos de achados histopatológicos, a presença de granulomas, infiltrados inflamatórios e cistos mineralizados foi consistente com descrições anteriores de lesões de cisticercose (Costa *et* al. 2012; Tessele *et al.*, 2013). Outras lesões, como abscessos, fibrose e miosite, também foram observadas, por vezes dificultando a diferenciação da cisticercose. A histopatologia serve como ferramenta confirmatória, particularmente quando os resultados da PCR são inconclusivos ou a inspeção visual é incerta, mas não é viável para inspeção de rotina devido a restrições de tempo e logística. Além disso, uma limitação metodológica deve ser reconhecida em relação ao processamento das amostras: devido a restrições logísticas nas condições de campo do matadouro, as amostras foram congeladas antes da fixação em formalina. Esse pré-congelamento pode introduzir artefatos de cristais de gelo, potencialmente comprometendo a arquitetura tecidual e os detalhes morfológicos, o que pode ter dificultado a visualização microscópica das estruturas parasitárias e influenciado a concordância com os resultados da PCR em algumas lesões altamente degeneradas.

A fibrose e a hepatite observadas no fígado podem resultar de danos crônicos, incluindo migração parasitária ou lesão tóxica (Brown *et al.,* 2017). Tais lesões podem ser interpretadas erroneamente como cisticercose, particularmente quando os cistos estão calcificados, destacando a necessidade de histopatologia seletiva em casos desafiadores. Lesões associadas a

macrófagos espumosos e miosite eosinofílica também foram identificadas, com macrófagos espumosos relacionados ao consumo de *Urochloa* spp. (Sin. *Brachiaria*) sp. no Brasil (Almeida, 2016). Essas alterações teciduais não parasitárias podem confundir o diagnóstico diferencial em ambientes de abatedouro.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, nossos resultados demonstram que a inspeção visual de rotina superestima significativamente a carga de cistos viáveis e infecciosos de *T. saginata* em bovinos, em vez da prevalência histórica geral da doença. Embora a inspeção visual continue sendo uma ferramenta crucial e indispensável de triagem inicial em abatedouros, a falta de especificidade — aliada às limitações das ferramentas moleculares na detecção de DNA degradado em lesões calcificadas — destaca a necessidade de uma interpretação mais criteriosa dos dados epidemiológicos. Ao focar na carga de cistos viáveis confirmada pelo método de referência PCR/HISTO, os programas de vigilância podem avaliar com mais precisão o risco zoonótico imediato à saúde pública e orientar decisões de gestão de risco mais proporcionais e eficazes dentro da estrutura regulatória.

6. IMPACTO ECONÔMICO, SOCIAL, TECNOLÓGICO E/OU INOVAÇÃO

Esta pesquisa possui relevância em múltiplos eixos: econômico, social, tecnológico e de inovação. Do ponto de vista econômico, a demonstração das limitações da inspeção visual e a comparação com métodos complementares (PCR, ELISA e histopatologia) contribuem para uma avaliação mais precisa da ocorrência de cisticercose bovina, reduzindo condenações indevidas de carcaças e perdas financeiras para frigoríficos e produtores. Ao mesmo tempo, essa análise comparativa permite direcionar medidas de controle de forma mais assertiva, diminuindo custos com manejo inadequado e com programas de controle ineficazes.

Do ponto de vista social, a melhoria na detecção de cisticercos fortalece a segurança sanitária da carne bovina, reduzindo o risco de transmissão de *T. saginata* para humanos e, consequentemente, o impacto em saúde pública associado à teníase. Isso é especialmente relevante em países como o Brasil, onde a cisticercose bovina ainda é endêmica e a inspeção visual convencional apresenta falhas reconhecidas. A maior confiabilidade diagnóstica também contribui para a confiança do consumidor na qualidade da carne e para a manutenção de boa imagem do setor produtivo.

Em termos tecnológicos, o uso de PCR como referência entre as técnicas estudadas representa avanço metodológico na detecção de infecções parasitárias em carcaças. A pesquisa estimula a adoção de técnicas moleculares específicas em ambientes de inspeção para casos desafiadores ou incertos, favorecendo a modernização dos protocolos oficiais. Além disso, o estudo gera conhecimento aplicável à padronização de cortes de reação, interpretação de resultados e integração de diferentes métodos em fluxos de trabalho de diagnóstico.

Quanto à inovação, o trabalho contribui para o desenvolvimento de estratégias diagnósticas, adaptáveis à rotina frigorífica, que podem ser incorporadas em sistemas de inspeção baseados em evidências. A análise de variáveis como viabilidade do cisto, localização em diferentes órgãos e estágio de degeneração abre caminho para a criação de ferramentas auxiliares de decisão em inspeção oficial no Brasil. Em conjunto, esses aspectos posicionam a pesquisa como um passo importante para a inovação em diagnóstico de cisticercose bovina e a construção de modelos de controle mais sustentáveis e integrados na cadeia produtiva bovina.

7. REFERÊNCIAS

ABUSEIR, S.; EPE, C.; SCHNIEDER, T.; KLEIN, G.; KÜHNE, M. Visual diagnosis of *Taenia saginata* cysticercosis during meat inspection: is it unequivocal? *Parasitology Research*, v. 99, n. 4, p. 405-409, 2006. DOI: 10.1007/s00436-006-0158-3.

ALMEIDA, A. C. O. *Anatomo-histopatologia de fígados bovinos: relação entre as lesões e os sistemas de produção*. 2016. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016. Disponível em: http://hdl.handle.net/11449/136347.

ARRIOLA, C. S.; GONZALEZ, A. E.; GOMEZ-PUERTA, L. A.; LOPEZ-URBINA, M. T.; GARCIA, H. H.; GILMAN, R. H. New insights in cysticercosis transmission. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, v. 8, n. 10, p. e3247, 2014. DOI: 10.1371/journal.pntd.0003247.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, v. 72, n. 1-2, p. 248-254, 1976. DOI: 10.1016/0003-2697(76)90527-3.

BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015, que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, e a proteção e o uso de conhecimentos tradicionais associados e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 29 mar. 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9013.htm.

BRASIL. Decreto nº 10.468, de 18 de agosto de 2020. Regulamenta a Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015, e a Lei nº 12.848, de 2 de agosto de 2013, sobre a gestão do patrimônio genético e de conhecimentos tradicionais associados. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 18 ago. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20192022/2020/decreto/d10468.htm.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). *Insp Bovinos: manual de procedimentos de inspeção e fiscalização de bovinos e bubalinos e seus derivados em estabelecimentos sob inspeção federal (SIF)*. 2023. Disponível em: https://wikisda.agricultura.gov.br/pt-br/Inspe%C3%A7%C3%A3o Animal/Produto-Origem-Animal/manual_bovinos.

BROWN, D. L.; VAN WETTERE, A. J.; CULLEN, J. M. Hepatobiliary system and exocrine pancreas. In: ZACHARY, J. F. (ed.). *Pathologic basis of veterinary disease*. 6. ed. Missouri: Elsevier, 2017. p. 412-470.

COMIN, V. C.; MATHIAS, L. A.; ALMEIDA, H. M. S.; ROSSI, G. A. M. Bovine cysticercosis in the State of São Paulo, Brazil: prevalence, risk factors and financial losses for farmers. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 191, p. 105361, 2021. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2021.105361.

COSTA, R. F. R.; SANTOS, I. F.; NASCIMENTO, E. R.; TORTELLY, R. Caracterização das reações inflamatórias em corações de bovinos comercializados na cidade de Nova Friburgo/RJ. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 13, p. 76–79, 2006. DOI: 10.4322/rbcv.2014.272.

COSTA, R. F. R.; SANTOS, I. F.; SANTANA, A. P.; TORTELLY, R.; NASCIMENTO, E. R.; FUKUDA, R. T.; CARVALHO, E. C. Q.; MENEZES, R. C. Characterization of *Cysticercus bovis* lesions at postmortem inspection of cattle by gross examination, histopathology and polymerase chain reaction (PCR). *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 32, n. 6, p. 477-484, 2012. DOI:

10.1590/S0100-736X2012000600002.

DETTMANN, E.; ANDRADA, C. D. G.; LINK, D. T.; BRAGA, F. R.; ROSSI, G. A. M. Prevalência de cisticercose bovina em um abatedouro sob inspeção sanitária federal no Estado de Espírito Santo, Brasil. *ARS Veterinária*, v. 38, n. 3, p. 104-110, 2022. DOI: 10.15361/2175-0106.2022v38n3p104-110.

DE SOUZA, V. K.; PESSÔA-SILVA, M. C.; KOWALCZUK, M.; MARTY, S.; THOMAZ-SOCCOL, V. Regiões anatômicas de maior ocorrência de *Cysticercus bovis* em bovinos submetidos à inspeção federal em matadouro-frigorífico no município de São José dos Pinhais, Paraná, de julho a dezembro de 2000. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 16, n. 2, p. 92-96, 2007. Disponível em: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=397841462007.

EL-SAYAD, M. H.; FARAG, H.; EL-TAWEEL, H.; FADLY, R.; SALAMA, N.; AHMED, A. A. E. *Cysticercus bovis* in cattle slaughtered in North Egypt: overestimation by the visual inspection method. *Veterinary World*, v. 14, n. 1, p. 155-160, 2021. DOI: 10.14202/vetworld.2021.155-160.

FIGUEIREDO, B. N. S.; LIBÓRIO, R. A.; SATO, M.; SILVA, C. F.; PEREIRA-JUNIOR, R. A.; CHIGUSA, Y.; KAWAI, S.; SATO, M. O. Occurrence of bovine cysticercosis in two regions of the State of Tocantins-Brazil and the importance of pathogen identification. *Pathogens*, v. 8, n. 2, p. 66, 2019. DOI: 10.3390/pathogens8020066.

GEYSEN, D.; KANOBANA, K.; VICTOR, B.; RODRIGUEZ-HIDALGO, R.; DE BORCHGRAVE, J.; BRANDT, J.; DORNY, P. Validation of meat inspection results for *Taenia saginata* cysticercosis by PCR-restriction fragment length polymorphism. *Journal of Food Protection*, v. 70, n. 1, p. 236-240, 2007.

GUTEMA, F. D.; SHIBERU, T.; AGGA, G. E.; ABDI, R. D.; HIKO, A.; TUFA, T. B.; HAILU, Y. Bovine cysticercosis and human taeniasis in a rural community in Ethiopia. *Zoonoses and Public Health*, v. 67, n. 5, p. 525-533, 2020.

LARANJO-GONZALES, M.; DEVLEESSCHAUWER, B.; GABRIEL, S.; DORNY, P.; ALLEPUZ, A. Epidemiology, impact and control of bovine cysticercosis in Europe: a systematic review. *Parasites & Vectors*, v. 9, p. 81, 2016. doi: 10.1186/s13071-016-1362-3.

LECHTZIER, V.; HUTORAN, M.; LEVY, T.; KOTLER, M.; BRENNER, T.; STEINITZ, M. Sodium dodecyl sulphate-treated proteins as ligands in ELISA. *Journal of Immunological Methods*, v. 270, n. 1, p. 19-26, 2002. doi: 10.1016/S0022-1759(02)00214-4.

LIGHTOWLERS, M. W.; ROLFE, R.; GAUCI, C. G. *Taenia saginata*: vaccination against cysticercosis in cattle with recombinant oncosphere antigens. *Experimental Parasitology*, v. 84, n. 3, p. 330-338, 1996. doi: 10.1006/expr.1996.0121.

LOPES, W. D.; SANTOS, T. R.; SOARES, V. E.; NUNES, J. L.; MENDONÇA, R.

P.; LIMA, R. C.; COSTA, A. J. Preferential infection sites of *Cysticercus bovis* in cattle experimentally infected with *Taenia saginata* eggs. *Research in Veterinary Science*, v. 90, n. 1, p. 84-88, 2011. doi: 10.1016/j.rvsc.2010.04.014.

Maia ARA, Fernandes LG, Pinto PSA, Guimarães-Peixoto RPM, Silva LF, Santos CSAB, Brito WMED, Maciel WG, Santos WGS. Herd-level seroprevalence and associated risk factors for bovine cysticercosis in the State of Paraíba, Northeastern Brazil. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 142, p. 51-57, 2017. doi: 10.1016/j.prevetmed.2017.05.008.

Monteiro L. L.; Pinto P. S. A.; Moreira M. A. S.; Dias F. S. Diagnóstico imunológico e anátomo-patológico da cisticercose bovina. *Revista Higiene Alimentar*, v. 20, p. 44-48, 2006.

NASCIMENTO, Y. C. H.; DOBRE, P. R.; MARCOS, A. S.; RODRIGUES, R. F.; MELO, A. Diagnóstico de cisticercose bovina em frigorífico na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. *PUBVET*, v. 14, n. 2, p. 1-7, 2020. doi: 10.31533/pubvet.v14n2a520.1-7.

OLIVEIRA, L. L. S.; SILVA, F. V.; ALVES, C. A.; BATISTA, L. F.; SOARES, F. D. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; GONÇALVES, G. F. O. Prevalence and geographical distribution of bovine cysticercosis in the mesoregion of Northern Minas Gerais. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 21, p. e2121172020, 2020. doi: 10.1590/S1519-99402121172020.

Panziera W, Vielmo A, Bianchi RM, Andrade CP, Pavarani CP, Sonne L, Galiza GJN, Barros CSL. Aspectos macroscópicos e histológicos da cisticercose bovina. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 37, n. 11, p. 1220-1228, 2017. doi: 10.1590/S0100-736X2017001100006.

Peixoto R. P. M. G., Pinto P. S. A., Santos T. O., Silva L. F., Acevedo-Nieto E. C., Silva A. R. Perfil da implantação de cisticercos de Taenia saginata em sítios musculares não usuais e sua importância para a Saúde Pública. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 38, n. 1, p. 23-28, 2018. doi: 10.1590/1678-5150-PVB-4290.

Paulan S. C., Gonzáles R. M. H., Peralta L. A., Vicentini-Oliveira J. C., Biondi G. F., Conde E. S., Costa-Cruz J. M., Takayanagui O. M., Lino-Júnior R. S. Usefulness of serological ELISA assay for Taenia saginata to detect naturally infected bovines. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 22, n. 2, p. 270-275, 2013. doi: 10.1590/S1984-29612013005000026.

ROSSI, G. A. M.; VAN DAMME, I.; GABRIËL, S. Systematic review and meta-analysis of bovine cysticercosis in Brazil: current knowledge and way forward. *Parasites & Vectors*, v. 13, n. 1, p. 92, 2020. doi: 10.1186/s13071-020-3971-0.

RODRIGUES, L. V. C. Inspeção sanitária e critério de julgamento da cisticercose bovina calcificada. Infecção leve. *Ciência Rural*, v. 23, n. 3, p. 339-344, 1993. doi: 10.1590/S0103-84781993000300017.

SCANDRETT, W. B.; HAINES, D. M.; PARKER, S. E.; ROBINSON, Y.; FORBES, L. B.; BRANDT, J.; GEERTS, S.; DORNY, P.; GAJADHAR, A. A. Validation of an immunohistochemical assay for bovine cysticercosis, with comparison to a standard histological method. *Veterinary Parasitology*, v. 186, n. 3-4, p. 301-311, 2012. doi: 10.1016/j.vetpar.2011.11.014.

SERGEANT, E. S. G. Epitools epidemiological calculators: sensitivity and specificity of two tests used in parallel or series. *Ausvet*, 2018. Disponível em: https://epitools.ausvet.com.au/twoteststwo.

SEVANE, N.; CRESPO, I.; CAÑÓN, J.; DUNNER, S. A primer-extension assay for simultaneous use in cattle genotype assisted selection, parentage and traceability analysis. *Livestock Science*, v. 137, n. 1-3, p. 141-150, 2011. doi: 10.1016/j.livsci.2010.10.011.

SMITH, H. J.; SNOWDON, K. E.; FINLAY, R. C. Serological diagnosis of cysticercosis by an enzyme-linked immunosorbent assay in experimentally infected cattle. *Canadian Journal of Veterinary Research*, v. 55, n. 3, p. 274-276, 1991.

TESSELE, B.; VIELMO, A.; PANZIERA, W.; GOMES, D. C.; BARROS, C. S. L. Miosite eosinofílica em bovinos abatidos para consumo humano. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 33, n. 11, p. 1345-1348, 2013. doi: 10.1590/S0100-736X2013001100010.

TORTELLY, R. *Lesões em fígados de bovinos sob inspeção sanitária e sua importância em saúde pública*. 2003. 95 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Instituto de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2003.

UYS, M.; FOSGATE, G. T.; SEGUINO, A. Bovine cysticercosis epidemiology and the economic impact of the triceps brachii incision in a South African export abattoir. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 220, p. 106050, 2023. doi: 10.1016/j.prevetmed.2023.106050.

VIANNA, M. H.; BAPTISTA, M. M.; GARCIA, P. G. *Texto & atlas de parasitologia*. 1. ed. Juiz de Fora, RJ: Suprema, 2020. p. 30.