REVISTA DIGITAL ACADÊMICO MUNDO

BRUCELOSE BOVINA: MÉTODOS DIAGNÓSTICOS, IMPACTOS PRODUTIVOS E DESAFIOS SANITÁRIOS

BOVINE BRUCELLOSIS: DIAGNOSTIC METHODS, PRODUCTION IMPACTS, AND SANITARY CHALLENGES

BRUCELOSIS BOVINA: MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO, REPERCUSIONES EN LA PRODUCCIÓN Y DESAFÍOS SANITARIOS

10.56238/ramv20n16-022

Brenda Tavares Franco Cruvinel

RESUMO

A Brucelose constitui uma das principais enfermidades infectocontagiosas que afetam a bovinocultura, destacando-se pelos impactos reprodutivos, produtivos e econômicos provocados nos rebanhos bovinos, além de sua importância em saúde pública devido ao caráter zoonótico da infecção. A enfermidade apresenta elevada relevância epidemiológica, principalmente em países com grandes sistemas de produção pecuária, nos quais falhas sanitárias, deficiência no monitoramento epidemiológico e dificuldades diagnósticas favorecem a permanência e disseminação do agente nos rebanhos. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar os principais impactos da brucelose bovina sobre os índices reprodutivos, bem como discutir os métodos diagnósticos utilizados no controle da doença e sua importância para a vigilância epidemiológica. Observou-se que a infecção compromete significativamente a eficiência reprodutiva dos animais, ocasionando abortos, retenção de placenta, repetição de cio, infertilidade, aumento do intervalo entre partos e alterações reprodutivas em machos, como orquite, epididimite e redução da qualidade seminal. Além dos prejuízos zootécnicos, a enfermidade promove importantes perdas econômicas relacionadas à redução da produtividade, descarte sanitário de animais positivos, custos com medidas de controle e restrições comerciais. Verificou-se ainda que o diagnóstico precoce representa ferramenta indispensável para redução da disseminação da doença, embora limitações relacionadas à sensibilidade e especificidade dos testes laboratoriais, interferência vacinal e subnotificação ainda dificultam a erradicação da enfermidade em diferentes regiões brasileiras. Dessa forma, conclui-se que o fortalecimento das ações de vigilância epidemiológica, diagnóstico eficiente, vacinação e educação sanitária constitui medida essencial para redução da prevalência da brucelose bovina e minimização dos impactos reprodutivos, econômicos e sanitários associados à doença.

Palavras-chave: Brucelose Bovina. Diagnóstico. Índices Reprodutivos. Sanidade Animal. Zoonose. Vigilância Epidemiológica.

ABSTRACT

Brucellosis is one of the main infectious diseases affecting cattle production, standing out due to the reproductive, productive, and economic impacts caused in bovine herds, as well as its importance to public health because of its zoonotic nature. The disease has high epidemiological relevance, especially in countries with large livestock production systems, where sanitary failures, deficiencies in epidemiological monitoring, and diagnostic difficulties contribute to the persistence and dissemination

of the pathogen within herds. In this context, the present study aimed to analyze the main impacts of bovine brucellosis on reproductive indices, as well as to discuss the diagnostic methods used in disease control and their importance for epidemiological surveillance. It was observed that the infection significantly compromises reproductive efficiency, causing abortions, retained placenta, repeat breeding, infertility, increased calving intervals, and reproductive disorders in males, such as orchitis, epididymitis, and reduced semen quality. In addition to reproductive losses, the disease causes important economic damage related to decreased productivity, sanitary culling of positive animals, costs associated with control measures, and trade restrictions. Furthermore, early diagnosis was identified as an essential tool for reducing disease spread, although limitations related to the sensitivity and specificity of laboratory tests, vaccine interference, and underreporting still hinder eradication efforts in different Brazilian regions. Therefore, strengthening epidemiological surveillance actions, improving diagnostic efficiency, vaccination programs, and sanitary education measures are essential strategies to reduce the prevalence of bovine brucellosis and minimize the reproductive, economic, and sanitary impacts associated with the disease.

Keywords: Bovine Brucellosis. Diagnosis. Reproductive Indices. Animal Health. Zoonosis. Epidemiological Surveillance.

RESUMEN

La brucelosis es una de las principales enfermedades infecciosas que afectan a la ganadería bovina, destacándose por sus impactos reproductivos, productivos y económicos en los rebaños, así como por su importancia en la salud pública debido a la naturaleza zoonótica de la infección. La enfermedad tiene una alta relevancia epidemiológica, especialmente en países con grandes sistemas de producción ganadera, donde las fallas sanitarias, las deficiencias en el monitoreo epidemiológico y las dificultades de diagnóstico favorecen la persistencia y propagación del agente en los rebaños. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar los principales impactos de la brucelosis bovina en las tasas reproductivas, así como discutir los métodos de diagnóstico utilizados en el control de la enfermedad y su importancia para la vigilancia epidemiológica. Se observó que la infección compromete significativamente la eficiencia reproductiva de los animales, causando abortos, retención de placenta, estro repetido, infertilidad, aumento de los intervalos entre partos y alteraciones reproductivas en los machos, tales como orquitis, epididimitis y disminución de la calidad del semen. Además de las pérdidas zootécnicas, la enfermedad causa importantes pérdidas económicas relacionadas con la reducción de la productividad, el sacrificio sanitario de los animales infectados, los costos asociados a las medidas de control y las restricciones comerciales. Se constató que el diagnóstico precoz es una herramienta indispensable para reducir la propagación de la enfermedad, si bien las limitaciones relacionadas con la sensibilidad y especificidad de las pruebas de laboratorio, la interferencia de las vacunas y la subnotificación aún dificultan su erradicación en diferentes regiones de Brasil. Por lo tanto, se concluye que el fortalecimiento de las acciones de vigilancia epidemiológica, el diagnóstico eficiente, la vacunación y la educación sanitaria son medidas esenciales para reducir la prevalencia de la brucelosis bovina y minimizar los impactos reproductivos, económicos y sanitarios asociados a la enfermedad.

Palabras clave: Brucelosis Bovina. Diagnóstico. Índices Reproductivos. Salud Animal. Zoonosis. Vigilancia Epidemiológica.

"A medicina cura o homem; a veterinária cura a humanidade."
— Louis Pasteur

1 INTRODUÇÃO

A brucelose bovina é uma enfermidade infecciosa de caráter zoonótico causada principalmente pela bactéria *Brucella abortus*, apresentando elevada relevância sanitária, econômica e epidemiológica para a pecuária mundial. A doença acomete principalmente bovinos, provocando alterações reprodutivas significativas, como abortos no terço final da gestação, retenção de placenta, infertilidade, nascimento de bezerros fracos e redução da eficiência produtiva dos rebanhos, gerando importantes prejuízos econômicos para os sistemas de produção animal (MEGID; RIBEIRO; PAES, 2016). Estudos recentes demonstram que essas perdas reprodutivas continuam sendo um dos principais impactos da enfermidade nos sistemas produtivos bovinos (GUTIÉRREZ-HERNÁNDEZ et al., 2021).

Além dos impactos produtivos, a brucelose representa importante problema de saúde pública devido ao seu potencial zoonótico, podendo ser transmitida aos seres humanos principalmente pelo contato com animais infectados, secreções contaminadas e consumo de leite não pasteurizado. Profissionais como médicos-veterinários, trabalhadores rurais e funcionários de frigoríficos apresentam maior risco ocupacional, reforçando a importância da integração entre saúde animal, saúde humana e vigilância epidemiológica dentro do conceito de Saúde Única (*One Health*) (GODFROID et al., 2013).

No Brasil, a enfermidade permanece amplamente distribuída em diferentes regiões do território nacional, sendo considerada endêmica em diversos estados produtores de bovinos. Estudos epidemiológicos demonstram que a prevalência da brucelose bovina pode variar conforme as características regionais, sistemas de manejo e eficiência dos programas sanitários (DOS SANTOS SOUZA et al., 2022). Mesmo após a implementação de programas nacionais de controle, a doença continua apresentando relevância epidemiológica devido à subnotificação, falhas diagnósticas e deficiência na fiscalização sanitária (ROJAS MARTÍNEZ et al., 2021).

Os impactos econômicos associados à brucelose bovina envolvem perdas reprodutivas, descarte precoce de animais, redução da produção leiteira, diminuição da eficiência zootécnica e restrições comerciais. Estima-se que os prejuízos econômicos provocados pela enfermidade sejam expressivos para a bovinocultura brasileira, demonstrando elevada relevância para o agronegócio nacional (DOS SANTOS SOUZA et al., 2022).

Diante da importância sanitária da doença, o Ministério da Agricultura e Pecuária instituiu o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT), visando reduzir a prevalência da enfermidade por meio da vacinação obrigatória, diagnóstico laboratorial e controle do trânsito animal (BRASIL, 2006). Entretanto, fatores como baixa adesão às medidas

preventivas, limitações estruturais e falhas no monitoramento epidemiológico ainda dificultam o controle efetivo da doença em determinadas regiões do país.

O diagnóstico da brucelose bovina constitui um dos principais desafios sanitários relacionados ao controle da enfermidade, uma vez que os sinais clínicos apresentam baixa especificidade. Diferentes métodos laboratoriais vêm sendo utilizados nos programas de vigilância epidemiológica, incluindo testes sorológicos, bacteriológicos e moleculares, cada um apresentando vantagens e limitações diagnósticas (NIELSEN; DUNCAN, 1990). Estudos recentes demonstram crescente utilização de técnicas moleculares como ferramentas complementares no diagnóstico da doença, principalmente em casos subclínicos e situações epidemiológicas complexas.

Considerando a relevância econômica, sanitária e zoonótica da brucelose bovina, torna-se fundamental ampliar o conhecimento científico relacionado aos aspectos epidemiológicos, diagnósticos e preventivos da enfermidade. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão integrativa da literatura acerca da brucelose bovina, abordando seus principais impactos produtivos, métodos diagnósticos e desafios sanitários envolvidos no controle da doença nos sistemas de produção bovina.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, de abordagem qualitativa e caráter descritivo-analítico, desenvolvida com o objetivo de reunir, analisar e sintetizar informações científicas relacionadas à brucelose bovina, com ênfase nos métodos diagnósticos, impactos reprodutivos, aspectos epidemiológicos e prejuízos produtivos associados à enfermidade.

A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio de buscas eletrônicas nas bases de dados Google Acadêmico, SciELO, PubMed e Periódicos CAPES, além da consulta a documentos técnicos e publicações oficiais disponibilizadas pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), Organização Mundial de Saúde Animal (OMSA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT).

Foram utilizados os seguintes descritores em língua portuguesa e inglesa: “brucelose bovina”, “Brucella abortus”, “diagnóstico”, “impactos reprodutivos”, “controle sanitário”, “bovine brucellosis”, “diagnosis”, “reproductive losses” e “epidemiological surveillance”, combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR, visando ampliar a abrangência e relevância das publicações selecionadas. Como critérios de inclusão, foram selecionados artigos científicos, dissertações, teses, livros e documentos oficiais publicados entre os anos de 2000 e 2025, nos idiomas português e inglês, que abordassem diretamente aspectos epidemiológicos, diagnósticos, reprodutivos, econômicos e sanitários relacionados à brucelose bovina. Também foram incluídos estudos clássicos considerados relevantes para fundamentação histórica e científica da enfermidade. Foram excluídos trabalhos

duplicados, estudos sem relação direta com a temática proposta, publicações com insuficiência metodológica, materiais sem embasamento científico consistente e documentos desatualizados que não apresentassem relevância histórica para a discussão.

Inicialmente, foram identificadas aproximadamente 120 publicações relacionadas ao tema nas diferentes bases consultadas. Após aplicação dos critérios de elegibilidade, leitura dos títulos, resumos e análise do conteúdo científico dos estudos, 52 publicações foram selecionadas para compor a presente revisão integrativa da literatura.

O processo de seleção dos estudos seguiu as etapas preconizadas pelo modelo PRISMA, envolvendo identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos materiais científicos utilizados na pesquisa.

Os estudos selecionados foram submetidos à leitura exploratória, analítica e interpretativa, permitindo organização das informações em categorias temáticas relacionadas à epidemiologia, fisiopatologia, diagnóstico, impactos reprodutivos, perdas econômicas e estratégias de controle sanitário da brucelose bovina. Posteriormente, os dados foram analisados de forma comparativa e crítica, visando identificar avanços científicos, limitações diagnósticas e desafios epidemiológicos relacionados ao controle da enfermidade nos sistemas de produção bovina.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS DA BRUCELOSE BOVINA NO BRASIL

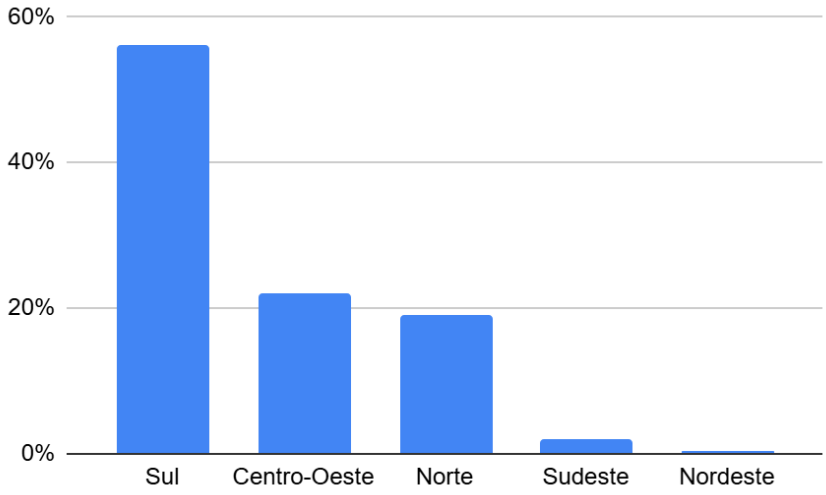
A brucelose bovina permanece como uma das principais enfermidades infecciosas de importância sanitária e econômica para a pecuária mundial, apresentando ampla distribuição em países produtores de bovinos. No Brasil, a doença possui caráter endêmico em diversas regiões, estando associada aos sistemas extensivos de produção, elevada movimentação animal e dificuldades relacionadas ao monitoramento epidemiológico contínuo (CORBEL, 2006).

A enfermidade apresenta elevada relevância epidemiológica devido à sua capacidade de disseminação silenciosa nos rebanhos bovinos, especialmente em propriedades com manejo sanitário inadequado e baixa adesão às medidas preventivas. A transmissão ocorre principalmente por meio do contato com secreções uterinas, restos placentários, fetos abortados e fluidos contaminados eliminados por animais infectados, favorecendo rápida disseminação da bactéria entre os animais susceptíveis (MEGID; RIBEIRO; PAES, 2016).

Estudos epidemiológicos recentes demonstram que a prevalência da brucelose bovina no Brasil pode variar entre 0,06% e 10,2%, dependendo das características produtivas, condições sanitárias regionais e eficiência das estratégias de vigilância epidemiológica adotadas em cada estado (DOS SANTOS SOUZA et al., 2022). Essas diferenças demonstram influência direta do manejo produtivo, cobertura vacinal e controle do trânsito animal sobre a persistência da doença.

Entre os anos de 2014 e 2018, foram registrados aproximadamente 19.631 casos confirmados de brucelose bovina no Brasil, demonstrando manutenção da circulação da *Brucella abortus* mesmo após implementação do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT) (RIBEIRO et al., 2020). Estudos realizados em Santa Catarina identificaram distribuição endêmica da enfermidade em diferentes municípios da região Oeste, reforçando a ampla disseminação da doença em importantes regiões produtoras de bovinos do país (BORGES et al., 2020).

Figura 1 - Distribuição temporal dos casos confirmados de brucelose bovina no Brasil entre 2014 e 2018



Fonte: RIBEIRO, A. C. et al. Análise espacial e temporal da brucelose bovina no Brasil entre 2014 e 2018. Semina: Ciências Agrárias, 2020.

Observa-se, na Figura 1, que a brucelose bovina permanece amplamente distribuída no território brasileiro, apresentando comportamento endêmico em diferentes regiões do país. Embora alguns estados tenham demonstrado redução gradual da incidência, a persistência de focos ativos evidencia limitações importantes nos programas de vigilância epidemiológica e controle sanitário.

As diferenças regionais observadas podem estar relacionadas à heterogeneidade dos sistemas de produção pecuária brasileiros, especialmente em regiões caracterizadas por manejo extensivo, intensa movimentação animal e menor cobertura diagnóstica. Além disso, fatores como subnotificação, baixa adesão às medidas preventivas e limitações estruturais dos serviços veterinários contribuem significativamente para manutenção da cadeia epidemiológica da enfermidade (CORBEL, 2006).

Outro aspecto importante envolve a dificuldade diagnóstica associada à brucelose bovina, uma vez que muitos animais infectados permanecem assintomáticos durante longos períodos, favorecendo a disseminação silenciosa da bactéria nos rebanhos. Dessa forma, a associação entre vigilância epidemiológica contínua, diagnóstico laboratorial eficiente, vacinação obrigatória e educação sanitária dos produtores representa estratégia fundamental para redução da prevalência da doença no Brasil.

Apesar dos avanços promovidos pelo PNCEBT, a persistência epidemiológica da brucelose bovina demonstra que ainda existem desafios relacionados à infraestrutura sanitária, fiscalização do

ISSN: 2318-1494

trânsito animal e implementação efetiva das medidas de controle em propriedades rurais. Estudos recentes reforçam que a integração entre biossegurança, monitoramento epidemiológico e conscientização sanitária dos produtores é fundamental para redução dos impactos produtivos e sanitários da enfermidade (OMSA, 2023).

Tabela 1 - Principais fatores epidemiológicos associados à persistência da brucelose bovina no Brasil

Fator de risco	**Impacto epidemiológico**
Compra de animais sem exames sanitários	Introdução de animais infectados em rebanhos livres
Ausência de quarentena	Maior disseminação bacteriana entre os animais
Falhas vacinais	Persistência da doença nos rebanhos
Compartilhamento de pastagem	Facilita transmissão indireta da bactéria
Alta densidade animal	Aumento do contato entre animais suscetíveis
Trânsito animal intenso	Disseminação regional da enfermidade
Manejo sanitário inadequado	Manutenção da infecção em propriedades endêmicas
Baixa adesão ao PNCEBT	Dificuldade no controle epidemiológico nacional
Descarte inadequado de restos fetais e placenta	Contaminação ambiental e disseminação bacteriana
Subnotificação de casos	Permanência de maneira silenciosa da doença nos rebanhos

Fonte: Ferreira Neto et al. (2016), Baumgarten et al. (2016), Brasil (2006) e OMSA (2023).

Os fatores apresentados na Tabela 1 demonstram que a persistência epidemiológica da brucelose bovina no Brasil está diretamente relacionada às deficiências no manejo sanitário, controle do trânsito animal e adesão às medidas preventivas estabelecidas pelos programas oficiais de vigilância. As práticas inadequadas de biossegurança favorecem a manutenção da cadeia de transmissão da *Brucella abortus*, dificultando a redução efetiva da prevalência da enfermidade nos rebanhos bovinos brasileiros.

3.2 PATOGENIA E IMPACTOS DA *BRUCELLA ABORTUS* NO SISTEMA REPRODUTIVO BOVINO

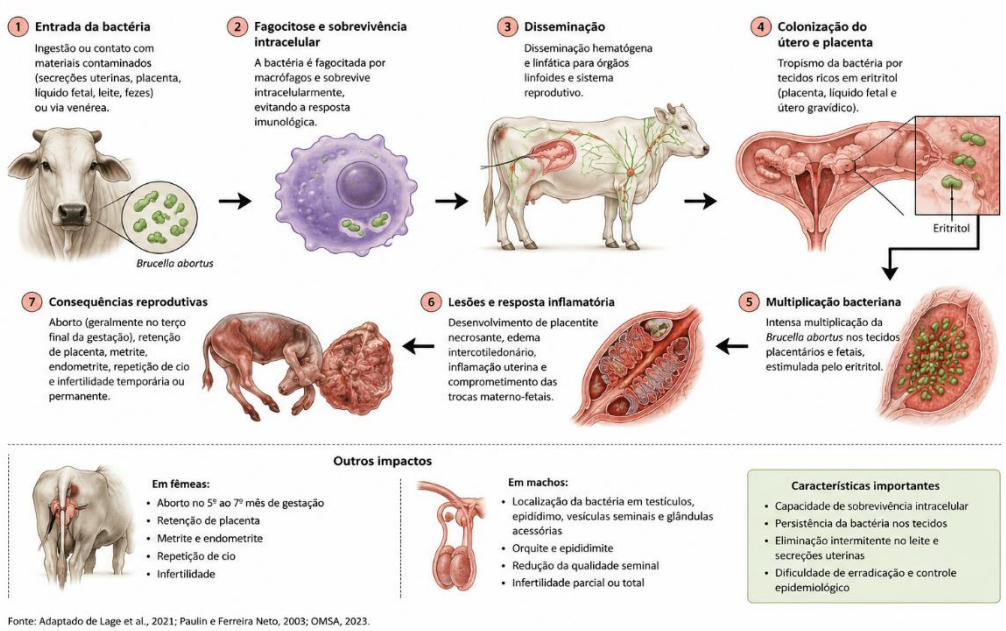
A fisiopatologia da brucelose bovina está diretamente relacionada à elevada capacidade adaptativa da *Brucella abortus*, bactéria Gram-negativa intracelular facultativa capaz de sobreviver e multiplicar-se no interior de células fagocíticas do hospedeiro, especialmente macrófagos. Essa característica representa um dos principais fatores associados à persistência da infecção nos rebanhos bovinos, dificultando a resposta imunológica eficiente e favorecendo a disseminação sistêmica da enfermidade (CORBEL, 2006).

A infecção ocorre principalmente por via oral, através da ingestão de água, alimentos ou materiais contaminados por secreções uterinas, restos placentários, líquidos fetais e fetos abortados provenientes de animais infectados. A transmissão também pode ocorrer pelo contato direto com mucosas e pele lesionada e, em menor frequência, pela via venérea durante a reprodução natural (MEGID; RIBEIRO; PAES, 2016). Após penetrar no organismo, a bactéria é fagocitada por macrófagos e outras células do sistema mononuclear fagocitário, conseguindo sobreviver intracelularmente devido à capacidade de inibir mecanismos bactericidas celulares e evitar a destruição lisossomal (PAULIN; FERREIRA NETO, 2003).

Essa sobrevivência intracelular permite disseminação hematógena e linfática da bactéria para diferentes órgãos e tecidos do hospedeiro. Entretanto, a *Brucella abortus* apresenta predileção por órgãos ricos em eritritol, álcool de açúcar presente em elevadas concentrações nos tecidos reprodutivos bovinos, especialmente placenta, útero gravídico, glândula mamária e líquido fetal. O eritritol atua como importante fator estimulador da multiplicação bacteriana, favorecendo intensa colonização placentária e desenvolvimento das lesões reprodutivas características da doença (CORBEL, 2006).

A Figura 2 demonstra esquematicamente as principais etapas da patogenia da *Brucella abortus* no sistema reprodutivo bovino, evidenciando os mecanismos de disseminação bacteriana, colonização dos tecidos reprodutivos e desenvolvimento das alterações inflamatórias associadas à enfermidade.

Figura 2 - Patogenia da *Brucella abortus* no sistema reprodutivo bovino



Fonte: Elaboração pelo autor baseada em Paulin e Ferreira Neto (2003), Almeida, Soares e Araújo (2004), OMSA (2023) e Lage et al. (2021).

A capacidade de sobrevivência intracelular da *Brucella abortus* representa importante mecanismo de evasão imunológica, permitindo persistência prolongada da bactéria no organismo dos animais infectados. O tropismo pelos tecidos ricos em eritritol favorece intensa multiplicação

ISSN: 2318-1494

bacteriana nos órgãos reprodutivos, resultando em placentite necrosante, edema intercotiledonário, inflamação uterina e comprometimento das trocas materno-fetais. Essas alterações fisiopatológicas estão diretamente associadas à elevada ocorrência de abortamentos no terço final da gestação, retenção de placenta e nascimento de bezerros debilitados (MEGID; RIBEIRO; PAES, 2016).

Além das alterações reprodutivas nas fêmeas, a enfermidade também pode comprometer o sistema reprodutor dos machos, provocando orquite, epididimite, vesiculite seminal e redução da fertilidade. Embora os sinais clínicos nos machos sejam menos frequentes, esses animais desempenham importante papel epidemiológico na manutenção da infecção nos rebanhos bovinos (LAGE et al., 2021).

Estudos recentes demonstram que a persistência intracelular da bactéria continua sendo um dos principais desafios relacionados ao controle sanitário da enfermidade, uma vez que dificulta tanto a eliminação bacteriana pelo sistema imunológico quanto a eficácia diagnóstica em animais assintomáticos (OMSA, 2023). Dessa forma, a associação entre diagnóstico precoce, vacinação e medidas adequadas de biossegurança permanece fundamental para redução dos impactos produtivos e epidemiológicos da brucelose bovina.

3.3 MÉTODOS DIAGNÓSTICOS DA BRUCELOSE BOVINA: AVANÇOS E LIMITAÇÕES

O diagnóstico da brucelose bovina representa um dos principais desafios para os programas de vigilância epidemiológica e controle sanitário da enfermidade, especialmente em países com grande extensão territorial e elevada heterogeneidade nos sistemas de produção pecuária, como o Brasil. Embora existam diferentes métodos laboratoriais disponíveis para identificação da infecção por *Brucella abortus*, nenhuma técnica isolada apresenta capacidade absoluta de garantir sensibilidade e especificidade diagnóstica em todas as fases da doença, tornando necessária a associação entre testes de triagem, métodos confirmatórios e avaliação epidemiológica dos rebanhos (CORBEL, 2006).

Do ponto de vista clínico, o diagnóstico inicial apresenta limitações importantes devido à baixa especificidade dos sinais observados nos animais infectados. Abortos no terço final da gestação, retenção de placenta, infertilidade, repetição de cio e nascimento de bezerros fracos podem estar associados a diversas enfermidades infecciosas reprodutivas, dificultando a confirmação etiológica exclusivamente pela avaliação clínica. Logo, a confirmação laboratorial torna-se indispensável para diferenciação da brucelose em relação a outras doenças que afetam o sistema reprodutivo bovino (MEGID; RIBEIRO; PAES, 2016).

Entre os métodos sorológicos utilizados no Brasil, destaca-se o teste do Antígeno Acidificado Tamponado (AAT), amplamente empregado como ferramenta de triagem no Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT). Estudos recentes demonstram que o AAT apresenta sensibilidade aproximada de 0,960 e especificidade de 0,9068, características que

favorecem sua utilização em programas sanitários de larga escala devido ao baixo custo operacional e rapidez diagnóstica (DOS SANTOS SOUZA et al., 2022). Entretanto, apesar da elevada sensibilidade, o método apresenta limitações relacionadas à ocorrência de resultados falso-positivos em animais vacinados com a cepa B19 e em situações de reações cruzadas com outras bactérias Gram-negativas.

Essa limitação representa importante desafio epidemiológico, uma vez que resultados falso-positivos podem ocasionar descarte desnecessário de animais produtivos e aumento dos custos sanitários das propriedades. Por outro lado, resultados falso-negativos em fases iniciais da infecção também comprometem a eficiência dos programas de controle, permitindo permanência silenciosa de animais infectados nos rebanhos e favorecendo disseminação contínua da bactéria.

Animais reagentes ao AAT são submetidos a testes confirmatórios, como a Soroaglutinação Lenta em Tubos (SAL) e o teste do 2-Mercaptoetanol (2-ME). Estudos indicam que o conjunto SAT/2-ME pode apresentar sensibilidade aproximada de 0,963 e especificidade de 0,875, demonstrando maior confiabilidade diagnóstica quando associado aos testes de triagem (DE MACEDO et al., 2019). Além disso, o 2-ME apresenta maior capacidade de diferenciação parcial entre anticorpos vacinais e anticorpos decorrentes de infecção ativa, reduzindo parte das interferências sorológicas observadas em animais vacinados (LUCERO et al., 2008). Contudo, esses métodos demandam maior padronização laboratorial, tempo de execução mais prolongado e capacitação técnica especializada, fatores que dificultam sua aplicação em regiões com infraestrutura sanitária limitada.

Outro método amplamente reconhecido é o teste de Fixação de Complemento (FC), considerado referência internacional pela Organização Mundial de Saúde Animal. O exame apresenta elevada especificidade e boa capacidade diagnóstica em animais cronicamente infectados (NIELSEN; DUNCAN, 1990). Entretanto, sua utilização rotineira ainda enfrenta obstáculos relacionados ao elevado custo operacional, necessidade de reagentes específicos e maior complexidade técnica, restringindo sua aplicação em programas sanitários de menor escala.

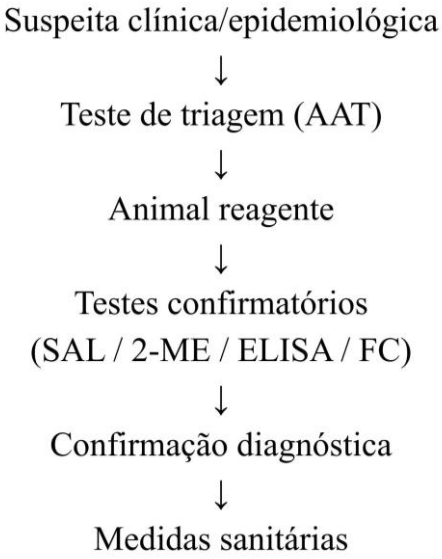
Nos últimos anos, os testes imunoenzimáticos, especialmente o ELISA indireto e o ELISA competitivo, passaram a ocupar posição de destaque nos programas diagnósticos devido à elevada sensibilidade e especificidade observadas em diferentes cenários epidemiológicos (GODFROID et al., 2013). Além disso, o ELISA competitivo demonstra maior capacidade de diferenciação entre anticorpos vacinais e infecciosos, reduzindo a ocorrência de resultados falso-positivos associados à vacinação.

Apesar das vantagens diagnósticas, a implementação ampla dos testes ELISA ainda encontra limitações econômicas e estruturais em determinadas regiões brasileiras. Em pequenas propriedades rurais e sistemas extensivos de produção, frequentemente predominantes no Centro-Oeste brasileiro, a baixa disponibilidade de laboratórios especializados e os custos relacionados à execução dos testes dificultam sua utilização rotineira nos programas de monitoramento sanitário.

Paralelamente aos métodos sorológicos, o diagnóstico molecular vem assumindo crescente relevância no monitoramento epidemiológico da brucelose bovina. Técnicas baseadas na Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) permitem detecção direta do material genético bacteriano em amostras clínicas, apresentando elevada especificidade e rapidez diagnóstica (BRICKER, 2002). Estudos recentes demonstram concordância diagnóstica superior a 63% entre PCR e métodos bacteriológicos convencionais, reforçando a importância das técnicas moleculares na identificação precoce da enfermidade (DOS SANTOS SOUZA et al., 2022).

Embora os métodos moleculares apresentem desempenho diagnóstico superior em diversas situações, sua aplicação prática ainda permanece limitada em grande parte da bovinocultura brasileira. O elevado custo operacional, a necessidade de equipamentos especializados e a exigência de mão de obra técnica qualificada dificultam a implementação da PCR em larga escala nos programas oficiais de vigilância epidemiológica, especialmente em regiões com menor infraestrutura laboratorial (NAVARRO et al., 2004).

Figura 3: Fluxo diagnóstico da brucelose bovina nos programas sanitários



Fonte: Elaboração pelo autor, adaptado de Brasil (2006), Corbel (2006) e Godfroid et al. (2013).

Observa-se que o diagnóstico da depende da utilização sequencial de diferentes métodos laboratoriais, visando aumentar a confiabilidade diagnóstica e reduzir a ocorrência de resultados falso-positivos e falso-negativos. A associação entre testes de triagem e exames confirmatórios representa estratégia fundamental para o controle epidemiológico da enfermidade, permitindo identificação precoce de animais infectados e adoção de medidas sanitárias adequadas nos rebanhos bovinos.

A vacinação obrigatória de bezerras com a cepa B19 também interfere diretamente na interpretação dos testes sorológicos convencionais, uma vez que pode induzir produção prolongada de anticorpos detectáveis pelos métodos diagnósticos tradicionais (POESTER et al., 2006). Nesse

contexto, a cepa RB51 vem sendo considerada alternativa promissora devido à menor interferência sorológica. Contudo, ainda existem discussões relacionadas à padronização dos protocolos vacinais, disponibilidade comercial e eficácia imunológica comparativa em relação à vacina B19.

Além das limitações inerentes aos métodos laboratoriais, fatores relacionados à coleta inadequada de amostras, armazenamento incorreto, transporte inadequado e falhas operacionais também exercem influência significativa sobre a confiabilidade diagnóstica. Em muitos casos, deficiências estruturais e técnicas comprometem a sensibilidade dos testes e aumentam a probabilidade de resultados inconsistentes, prejudicando diretamente a eficiência dos programas sanitários (CORBEL, 2006).

Tabela 2: Principais métodos diagnósticos utilizados na brucelose bovina

Método diagnóstico	Tipos de teste	Principais vantagens	Principais limitações
AAT	Triagem sorológica	Baixo custo, rápida execução e alta sensibilidade	Possibilidade de falso-positivo em animais vacinados
SAL/2-ME	Confirmatório sorológico	Maior especificidade diagnóstica	Maior tempo de execução e necessidade de padronização
Fixação de complemento (FC)	Confirmatório sorológico	Alta especificidade e reconhecimento internacional	Elevado custo operacional e complexidade técnica
ELISA indireto	Imunoenzimático	Alta sensibilidade e boa automação laboratorial	Maior custo e necessidade de infraestrutura
ELISA competitivo	Imunoenzimático	Diferencia anticorpo vacinais e infecciosos	Disponibilidade limitada em algumas regiões
PCR	Molecular	Elevada precisão diagnóstica e detecção precoce	Alto custo e necessidade de mão de obra especializada

Fonte: Adaptado de Corbel (2006), Godfroid et al. (2013), Brasil (2006) e Dos Santos Souza et al. (2022).

A Tabela 2 demonstra diferenças importantes entre sensibilidade, especificidade, vantagens operacionais e limitações dos principais testes utilizados na bovinocultura. Verifica-se que métodos moleculares e testes imunoenzimáticos apresentam desempenho diagnóstico superior quando comparados aos testes sorológicos convencionais. Entretanto, fatores relacionados ao custo operacional, necessidade de infraestrutura especializada e disponibilidade técnica ainda limitam sua implementação em larga escala no Brasil.

Estudos epidemiológicos recentes demonstram que a prevalência da brucelose bovina no território brasileiro pode variar entre 0,06% e 10,2%, dependendo das características regionais e dos sistemas de manejo adotados (DOS SANTOS SOUZA et al., 2022). Estima-se que os prejuízos

econômicos associados à enfermidade possam ultrapassar 448 milhões de dólares anuais, considerando perdas reprodutivas, descarte sanitário e impactos produtivos sobre os rebanhos bovinos (DOS SANTOS SOUZA et al., 2022). Esses dados reforçam a necessidade de aperfeiçoamento contínuo das estratégias diagnósticas e dos programas de vigilância epidemiológica no país.

O diagnóstico eficiente depende da integração entre diferentes métodos laboratoriais, monitoramento epidemiológico contínuo e adequada interpretação clínica e sanitária dos resultados obtidos. A associação entre testes de triagem, métodos confirmatórios e técnicas moleculares representa atualmente a estratégia mais eficiente para aumento da confiabilidade diagnóstica e redução da disseminação silenciosa da enfermidade nos rebanhos bovinos.

3.4 IMPACTOS ECONÔMICOS E DESAFIOS NO CONTROLE DA BRUCELOSE BOVINA

3.4.1 Perdas produtivas e reprodutivas associadas à brucelose bovina

A brucelose bovina promove impactos significativos sobre a eficiência produtiva dos rebanhos, sendo considerada uma das enfermidades infecciosas de maior relevância econômica para a pecuária mundial. Os prejuízos decorrentes da infecção estão diretamente relacionados às alterações reprodutivas observadas em fêmeas e machos, além das perdas associadas à redução da eficiência zootécnica, descarte sanitário de animais positivos e diminuição da rentabilidade dos sistemas de produção (DORNELES et al., 2015).

Entre os principais impactos reprodutivos observados em fêmeas destaca-se o aborto no terço final da gestação, considerado a manifestação clínica mais frequente da doença. Estudos demonstram que a infecção pode provocar elevadas perdas fetais, comprometendo diretamente os índices de natalidade e reposição dos rebanhos (LAGE et al., 2008). Além dos abortos, retenção de placenta, repetição de cio, metrite e infertilidade representam importantes consequências da disseminação da enfermidade, favorecendo aumento do intervalo entre partos e redução da eficiência reprodutiva das matrizes bovinas (GIVENS; MARLEY, 2008).

A persistência dessas alterações compromete diretamente os indicadores zootécnicos das propriedades rurais, promovendo redução da produtividade e aumento dos custos operacionais relacionados ao manejo reprodutivo. Segundo a Organização Mundial de Saúde Animal, enfermidades reprodutivas infecciosas figuram entre as principais causas de perdas econômicas na bovinocultura, especialmente em países com elevada densidade pecuária e limitações no controle sanitário (OMSA, 2023).

Nos machos, a enfermidade também exerce impacto importante sobre o desempenho reprodutivo devido à ocorrência de orquite, epididimite e alterações inflamatórias testiculares capazes de comprometer a qualidade seminal e reduzir a fertilidade dos reprodutores (XAVIER et al., 2009). Em sistemas de monta natural, a permanência de touros infectados favorece a manutenção da cadeia

epidemiológica da doença, ampliando os prejuízos produtivos e dificultando o controle sanitário dos rebanhos.

Além das alterações reprodutivas, a doença promove impactos econômicos relacionados à redução da produção leiteira, descarte precoce de matrizes e queda da eficiência produtiva dos sistemas pecuários. Estudos conduzidos no Brasil demonstram que propriedades com histórico de infecção apresentam maiores custos sanitários e menor desempenho reprodutivo quando comparadas a rebanhos livres da enfermidade (PAULIN; FERREIRA NETO, 2003).

Outro fator de grande relevância econômica refere-se ao descarte sanitário obrigatório de animais reagentes positivos nos programas oficiais de controle. Embora represente medida indispensável para redução da disseminação da doença, o abate sanitário promove perdas financeiras significativas aos produtores, especialmente em propriedades com elevada prevalência da enfermidade (POESTER et al., 2010).

Adicionalmente, os custos relacionados ao diagnóstico laboratorial, vacinação, monitoramento epidemiológico e adoção de medidas de biosseguridade representam desafios econômicos importantes para pequenos e médios produtores rurais. Estudos recentes demonstram que a permanência da brucelose em regiões endêmicas continua associada à deficiência nos programas de vigilância sanitária, baixa adesão às medidas preventivas e dificuldades estruturais para implementação adequada das estratégias de controle (OMSA, 2023).

No cenário brasileiro, a subnotificação de casos e as falhas no monitoramento epidemiológico dificultam a estimativa precisa dos prejuízos econômicos causados pela enfermidade. Entretanto, estudos apontam que os impactos produtivos associados à doença incluem redução da taxa de natalidade, aumento da taxa de descarte, diminuição da produtividade leiteira e restrições comerciais relacionadas à movimentação e exportação de animais e produtos de origem animal (DORNELES et al., 2015).

Os impactos econômicos da brucelose bovina ultrapassam as perdas reprodutivas isoladas, comprometendo diretamente a sustentabilidade produtiva da bovinocultura. Dessa forma, o fortalecimento das medidas de vigilância epidemiológica, diagnóstico precoce e controle sanitário torna-se fundamental para redução dos prejuízos econômicos e aumento da eficiência produtiva dos rebanhos bovinos.

3.4.2 Custos sanitários e falhas no controle epidemiológico

O controle da Brucelose representa um dos principais desafios sanitários da bovinocultura devido à complexidade epidemiológica da enfermidade e aos elevados custos associados às medidas de prevenção, diagnóstico e erradicação. Apesar dos avanços observados nos programas oficiais de controle, a persistência da doença em diferentes regiões brasileiras mostra limitações importantes

relacionadas à vigilância epidemiológica, adesão insuficiente às medidas sanitárias e deficiência no monitoramento contínuo dos rebanhos (DORNELES et al., 2015).

No Brasil, o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT) estabeleceu estratégias voltadas à vacinação obrigatória de bezerras, controle da movimentação animal e diagnóstico sorológico sistemático como medidas fundamentais para redução da prevalência da enfermidade (BRASIL, 2006). Entretanto, estudos epidemiológicos demonstram ampla variação na prevalência da doença entre os estados brasileiros. Dias et al. (2009) observaram prevalência de focos variando entre 0,32% e 41,5% no território nacional, evidenciando significativa heterogeneidade sanitária entre as regiões produtoras e sugerindo falhas na uniformidade das ações de controle epidemiológico.

Além da elevada variabilidade regional, a subnotificação permanece como um dos principais entraves para o controle efetivo da doença. Segundo Pappas et al. (2006), países em desenvolvimento frequentemente apresentam deficiência nos sistemas de notificação e vigilância sanitária, resultando em estimativas epidemiológicas inferiores à real ocorrência da enfermidade. Essa limitação favorece a permanência silenciosa de animais infectados nos rebanhos e compromete diretamente a eficiência das medidas de contenção epidemiológica.

Outro fator crítico refere-se às limitações diagnósticas observadas nos programas de vigilância sanitária. Embora os testes sorológicos apresentam elevada sensibilidade, falhas relacionadas à interpretação dos resultados, interferência vacinal e ocorrência de reações cruzadas ainda representam obstáculos importantes para o diagnóstico preciso da enfermidade. Dos Santos Souza et al. (2022) demonstraram sensibilidade diagnóstica de 96,0% para o teste do Antígeno Acidificado Tamponado (AAT) e 96,3% para os testes SAT/2-ME, enquanto o diagnóstico bacteriológico apresentou sensibilidade significativamente inferior, estimada em 59,4%. Esses dados evidenciam que, apesar dos avanços laboratoriais, nenhum método diagnóstico isolado apresenta capacidade absoluta de detecção da doença.

As falhas diagnósticas exercem impacto econômico direto sobre os sistemas produtivos. Resultados falso-negativos favorecem a manutenção de animais infectados nos rebanhos, contribuindo para disseminação silenciosa da enfermidade e aumento das perdas reprodutivas. Em contrapartida, resultados falso-positivos podem ocasionar descarte sanitário desnecessário de matrizes e reprodutores de alto valor zootécnico, ampliando os prejuízos financeiros aos produtores rurais (POESTER et al., 2010).

Além dos custos laboratoriais, a implementação das medidas sanitárias representa importante desafio econômico, especialmente para pequenos e médios produtores. Despesas relacionadas à vacinação obrigatória, aquisição de animais testados, quarentena, monitoramento sorológico e descarte sanitário frequentemente limitam a adesão integral às estratégias de controle propostas pelos

programas oficiais (PAULIN; FERREIRA NETO, 2003). Em sistemas extensivos de produção, essas dificuldades tornam-se ainda mais evidentes devido à menor infraestrutura sanitária e à limitação técnica observada em algumas propriedades rurais.

A baixa adesão às práticas de biosseguridade também contribui significativamente para a persistência da enfermidade nos rebanhos bovinos. Molnár et al. (2020) destacam que propriedades com manejo sanitário inadequado apresentam maior frequência de infecção, principalmente em situações envolvendo introdução de animais sem controle sanitário, ausência de quarentena e descarte inadequado de materiais provenientes de abortos. Esses fatores favorecem a manutenção da cadeia epidemiológica da doença e dificultam a efetividade das medidas de erradicação.

Os impactos econômicos decorrentes das falhas sanitárias ultrapassam as perdas produtivas diretas, afetando também a competitividade comercial da cadeia pecuária. Regiões com maior prevalência da doença enfrentam restrições relacionadas à comercialização e exportação de animais e produtos de origem animal, especialmente em mercados internacionais com exigências sanitárias rigorosas (GODFROID et al., 2011). Então, a permanência da enfermidade compromete não apenas a produtividade dos rebanhos, mas também o desenvolvimento econômico da bovinocultura nacional.

A doença mantém elevada relevância em saúde pública devido ao seu potencial zoonótico. A infecção humana ocorre principalmente por meio da exposição ocupacional e do consumo de produtos lácteos não pasteurizados, representando risco importante para trabalhadores rurais, médicos-veterinários e profissionais de frigoríficos (CORBEL, 2006). Observa-se que as falhas no controle epidemiológico da doença ultrapassam os limites da produção animal, tornando-se também um problema sanitário de interesse coletivo.

Diante disso, torna-se evidente que a persistência da brucelose bovina está diretamente relacionada à associação entre limitações diagnósticas, deficiência na vigilância epidemiológica, baixa adesão às medidas sanitárias e fragilidade estrutural dos sistemas de controle. O fortalecimento das ações de educação sanitária, monitoramento contínuo dos rebanhos e incentivo à adesão dos produtores aos programas oficiais constitui medida indispensável para redução da prevalência da enfermidade e minimização dos impactos econômicos, produtivos e sanitários associados à doença.

3.4.3 Impactos em saúde pública e cadeia produtiva

Além dos prejuízos reprodutivos e econômicos observados nos sistemas de produção animal, a Brucelose representa importante problema de saúde pública devido ao seu caráter zoonótico e à capacidade de disseminação entre animais, ambiente e seres humanos. A permanência da enfermidade em rebanhos bovinos favorece a manutenção de riscos sanitários contínuos, especialmente em regiões com deficiência na vigilância epidemiológica e baixa adesão às medidas preventivas (CORBEL, 2006).

A infecção humana ocorre principalmente por meio do contato ocupacional com animais infectados ou pelo consumo de leite cru e derivados lácteos não pasteurizados. Médicos-veterinários, tratadores, trabalhadores rurais, laboratoristas e profissionais de frigoríficos são considerados grupos de maior risco devido à exposição frequente a secreções, tecidos fetais e fluidos contaminados (PAPPAS et al., 2006). Segundo Moriyón et al. (2023), a brucelose permanece como uma das zoonoses bacterianas mais negligenciadas no mundo, especialmente em países em desenvolvimento, onde limitações estruturais dificultam a integração entre saúde animal e saúde humana.

Os impactos da doença ultrapassam os limites da produção pecuária individual, afetando diretamente a cadeia produtiva bovina e os sistemas públicos de saúde. Casos humanos frequentemente apresentam evolução clínica prolongada, caracterizada por febre intermitente, fadiga crônica, artralgias e alterações neurológicas, resultando em afastamento laboral e aumento dos custos relacionados ao diagnóstico e tratamento médico (CORBEL, 2006). Em regiões endêmicas, a subnotificação de casos humanos também compromete a estimativa real da carga epidemiológica da enfermidade.

No contexto produtivo, a ocorrência da doença interfere diretamente na competitividade comercial da bovinocultura, especialmente em mercados com rigorosas exigências sanitárias. Regiões com maior prevalência da enfermidade enfrentam restrições relacionadas à movimentação animal, certificação sanitária e exportação de produtos de origem animal, comprometendo o desempenho econômico da cadeia pecuária (GODFROID et al., 2011). Além disso, propriedades com histórico positivo para a doença frequentemente apresentam maiores custos operacionais relacionados à vigilância sanitária e adequação às normas de biosseguridade.

Dados recentes demonstram que a brucelose bovina permanece endêmica no Brasil. Rocha et al. (2024), em revisão sistemática e metanálise envolvendo estudos publicados entre 2006 e 2021, identificaram soroprevalência agrupada de 2% nos rebanhos avaliados, além de destacarem a compra de animais para reprodução como principal fator de risco associado à disseminação da doença. Esses resultados reforçam a importância do controle sanitário na movimentação animal e da realização de monitoramento epidemiológico contínuo nos sistemas produtivos.

Outro aspecto relevante refere-se ao impacto econômico das estratégias de controle da doença. Revisão sistemática conduzida por pesquisadores da área de medicina veterinária preventiva demonstrou que programas baseados em vacinação apresentam melhor relação custo-benefício quando comparados a estratégias exclusivas de teste e abate sanitário, especialmente em regiões endêmicas com elevada prevalência da enfermidade. O estudo também identificou prevalências variando entre 1,4% e 20% nos rebanhos avaliados internacionalmente, evidenciando a persistência global da doença e os desafios econômicos relacionados à sua erradicação.

O conceito de Saúde Única (One Health) tem assumido papel central nas estratégias contemporâneas de controle epidemiológico da brucelose. A abordagem integrada entre saúde animal, saúde humana e vigilância ambiental é considerada essencial para redução da transmissão da enfermidade e fortalecimento das políticas sanitárias. Moriyón et al. (2023) destacam que a efetividade das ações de controle depende diretamente da integração entre serviços veterinários, laboratórios diagnósticos, órgãos de saúde pública e produtores rurais, especialmente em regiões com limitações estruturais e deficiência na capacidade diagnóstica.

Dessa forma, nota-se que os impactos da brucelose bovina ultrapassam as perdas reprodutivas e econômicas diretas, configurando importante problema sanitário de interesse coletivo. A persistência da enfermidade evidencia a necessidade de fortalecimento das políticas públicas de vigilância epidemiológica, ampliação do diagnóstico precoce e integração efetiva entre os setores de saúde animal e saúde pública, visando redução dos impactos produtivos, econômicos e zoonóticos associados à doença.

4 CONCLUSÃO

A brucelose bovina permanece como uma das principais enfermidades infectocontagiosas de impacto na bovinocultura, causando prejuízos produtivos, reprodutivos, econômicos e sanitários significativos. Apesar dos avanços nos métodos diagnósticos, nas medidas de biosseguridade e nos programas oficiais de controle, a doença ainda representa importante desafio epidemiológico, especialmente em regiões com baixa adesão às medidas preventivas e limitações estruturais. Além disso, a enfermidade compromete diretamente a eficiência reprodutiva dos rebanhos, favorecendo abortos, infertilidade, descarte precoce de animais e redução da produtividade.

Os estudos analisados demonstraram que os métodos diagnósticos atuais apresentam elevada sensibilidade e especificidade, embora ainda existam limitações relacionadas à interferência vacinal, resultados falso-positivos e dificuldades operacionais para aplicação em larga escala. Também foi observada ampla variação na prevalência da doença entre diferentes regiões brasileiras, evidenciando desigualdade sanitária e necessidade de fortalecimento da vigilância epidemiológica e das ações de controle nos sistemas produtivos.

Além dos impactos econômicos e produtivos, a brucelose possui elevada relevância em saúde pública devido ao seu potencial zoonótico, reforçando a importância da integração entre saúde animal, saúde humana e vigilância ambiental. Dessa forma, conclui-se que o controle eficiente da enfermidade depende da associação entre diagnóstico precoce, fortalecimento das medidas de biosseguridade, educação sanitária e maior conscientização dos produtores, sendo fundamentais investimentos contínuos para redução da doença e fortalecimento da pecuária sustentável.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, por me conceder força, sabedoria e perseverança ao longo de toda esta jornada.

Aos meus pais, Joice Mundim Franco e Wagner Tavares dos Santos, que sempre foram meu alicerce, oferecendo amor, apoio e ensinamentos fundamentais para que eu chegasse até aqui.

À minha filha, Valentina Franco Cruvinel, minha maior inspiração e motivação diária. É por você e para você que busco ser melhor todos os dias.

Ao meu marido, Thalles Cruvinel Guimarães da Costa, pelo apoio, companheirismo e compreensão durante toda essa caminhada.

Ao meu orientador, Leonardo Vieira Campos, pela orientação, paciência e contribuição essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Centro Universitário de Rio Verde – UNIBRAS, minha gratidão pelos ensinamentos, oportunidades e por contribuir de forma significativa para minha formação acadêmica e profissional.

E a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa trajetória, o meu mais sincero agradecimento.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, à minha família e à minha filha Valentina, que são minha maior fonte de força, amor e inspiração. Cada conquista desta caminhada também pertence a vocês.

REFERÊNCIAS

ABD ELHAMEED, A. A. et al. Conscientização dos profissionais de saúde sobre medidas de prevenção e controle de infecções em unidades de terapia intensiva. *Journal of Infection and Public Health*, v. 5, n. 6, p. 421–425, 2012.

ADDIS, M. Importância da brucelose para a saúde pública e a economia: uma revisão. *Saúde Pública*, v. 5, n. 7, p. 68–84, 2015.

AÏNSEBA, B.; BENOSMAN, C.; MAGAL, P. Um modelo de brucelose ovina incorporando transmissão direta e indireta. *Journal of Biological Dynamics*, v. 4, n. 1, p. 2–11, 2010.

AL-MASHHADANY, D. A. O papel do teste do anel do leite no monitoramento da brucelose no leite de vaca na província de Erbil/região do Curdistão/Iraque. *International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences*, v. 5, p. 802–819, 2018.

AL-MASHHADANY, D. A. A importância do teste do anel do leite para a identificação de anticorpos contra *Brucella* no leite cru de vacas e búfalas na província de Erbil, região do Curdistão, Iraque, 2019.

ALMASHHADANY, D. A. et al. Brucelose transmitida pelo leite. In: *Questões atuais e avanços na indústria de laticínios*. Londres: IntechOpen, 2022.

AL-TAWFIQ, J. A. Epididimo-orquite por *Brucella*: uma consideração em área endêmica. *International Brazilian Journal of Urology*, v. 32, p. 313–315, 2006.

ARAJ, G. F. Atualização sobre o diagnóstico laboratorial da brucelose humana. *International Journal of Antimicrobial Agents*, v. 36, p. S12–S17, 2010.

ARIZA, J. et al. Características e fatores de risco para recaída da brucelose em humanos. *Clinical Infectious Diseases*, v. 20, n. 5, p. 1241–1249, 1995.

BARBIER, T. et al. *Brucella* metabolismo central do carbono: uma atualização. *Critical Reviews in Microbiology*, v. 44, n. 2, p. 182–211, 2018.

BARDHAN, D. et al. Perdas econômicas devido à brucelose na Índia. *Indian Journal of Comparative Microbiology, Immunology and Infectious Diseases*, v. 41, n. 1, p. 19–30, 2020.

BENGIS, R. G. et al. Papel da vida selvagem em zoonoses emergentes e reemergentes. *Revue Scientifique et Technique*, v. 23, n. 2, p. 497–512, 2004.

BERCOVICH, Z. Manutenção de rebanhos livres de *Brucella abortus*: uma revisão com ênfase na epidemiologia e nos problemas no diagnóstico da brucelose em áreas de baixa prevalência. *Veterinary Quarterly*, v. 20, n. 3, p. 81–88, 1998.

BLASCO, J. M. et al. Eficácia de diferentes antígenos de Rosa de Bengala e de fixação do complemento no diagnóstico da infecção por *Brucella melitensis* em ovinos e caprinos. *Veterinary Record*, v. 134, n. 16, p. 415–420, 1994.

BLASCO, J. M. et al. Uma revisão de três décadas do uso da vacina *Brucella abortus* RB51 contra brucelose bovina: mitos e fatos. *BMC Veterinary Research*, v. 19, n. 1, p. 211, 2023.

BORHAM, M. et al. Revisão da tuberculose bovina: uma doença emergente associada a espécies de *Mycobacterium* multirresistentes. *Pathogens*, v. 11, n. 7, p. 715, 2022.

BOSILKOVSKI, M. Brucelose: não é só em Malta! In: *Zoonoses – infecções que afetam humanos e animais*. Berlim: Springer, 2014. p. 287–315.

BOSILKOVSKI, M. et al. Infecção testicular em brucelose: relato de 34 casos. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, v. 51, n. 1, p. 82–87, 2018.

BOSILKOVSKI, M.; KERAMAT, F.; ARAPOVIĆ, J. As estratégias terapêuticas atuais na brucelose humana. *Infection*, v. 49, n. 5, p. 823–832, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Manual técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT)*. Brasília: MAPA, 2006.

BRICKER, B. J. PCR como ferramenta diagnóstica para brucelose. *Veterinary Microbiology*, v. 90, p. 435–446, 2002.

BRICKER, B. J.; EWALT, D. R. Avaliação do ensaio HOOF-Print para tipagem de cepas de *Brucella abortus*. *BMC Microbiology*, v. 5, p. 37, 2005.

BRUCE, D. Observações sobre a febre de Malta. *British Medical Journal*, v. 1, n. 1481, p. 1101, 1889.

BUHMANN, G. et al. Brucelose canina: perspectivas sobre a situação epidemiológica na Europa. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 6, p. 151, 2019.

CADMUS, S. I. B. et al. O uso do teste do anel de leite e do teste de Rosa de Bengala no controle e erradicação da brucelose na Nigéria. *Journal of the South African Veterinary Association*, v. 79, n. 3, p. 113–115, 2008.

CÁRDENAS, L. et al. Caracterização e evolução dos países afetados pela brucelose bovina (1996–2014). *Transboundary and Emerging Diseases*, v. 66, n. 3, p. 1280–1290, 2019.

CHO, D. et al. Teste quantitativo de rosa de Bengala para o diagnóstico de brucelose bovina. *Journal of Immunoassay and Immunochemistry*, v. 31, n. 2, p. 120–130, 2010.

COELHO, A. C. et al. Patogênese da *Brucella*. In: SIMÕES, J. C.; SAAVEDRA, M. J.; HUNTER, P. A. (ed.). *Brucelose em cabras e ovelhas*. Nova York: Nova Science Publisher, 2019. p. 99–126.

CORBEL, M. J. *Brucelose em humanos e animais*. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 2006.

CORBEL, M. J. Brucelose: epidemiologia e prevalência mundial. In: *Brucelose*. Boca Raton: CRC Press, 2020. p. 25–40.

DADAR, M. et al. Brucelose humana causada por produtos lácteos crus: revisão. *International Journal of Food Microbiology*, v. 292, p. 39–47, 2019.

DADAR, M. et al. Preocupações com a segurança e potenciais riscos ocupacionais de brucelose. *Journal of Public Health*, v. 31, n. 10, p. 1681–1690, 2023.

DÍAZ, R.; MORIYÓN, I. Técnicas laboratoriais no diagnóstico da brucelose humana. In: *Brucelose*. Boca Raton: CRC Press, 2020. p. 73–83.

DIETRICH, R. A.; AMOSSON, S. H.; CRAWFORD, R. P. Programas de brucelose bovina: uma análise econômica/epidemiológica. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, v. 35, n. 1, p. 127–140, 1987.

ELRASHEDY, A. et al. Resposta imune e avanços recentes no diagnóstico e controle da brucelose. *German Journal of Veterinary Research*, v. 2, p. 10–24, 2022.

FICHT, T. A. Sobrevivência intracelular de *Brucella*. *Veterinary Microbiology*, v. 92, n. 3, p. 213–223, 2003.

GODFROID, J. et al. Vigilância e controle da brucelose sob a perspectiva de "Uma Só Saúde". *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, v. 36, n. 3, p. 241–248, 2013.

GUL, S. T.; KHAN, A. Epidemiologia da brucelose: uma revisão. *Pakistan Veterinary Journal*, v. 27, n. 3, p. 145, 2007.

HENAUX, V. et al. Revisão da vigilância da brucelose bovina na Europa em 2015. *Revue Scientifique et Technique*, v. 37, n. 3, p. 805–821, 2018.

HENAUX, V. et al. Caracterização patológica e etiológica de abortos bovinos causados por infecções bacterianas e fúngicas esporádicas. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 53, n. 4, p. 2251–2262, 2022.

ISLAM, M. S. et al. A presença de *Brucella* spp. no leite e em produtos lácteos. *Journal of Food Quality*, v. 2023, p. 2932883, 2023.

JAGAPUR, R. V. et al. Estudos de soroprevalência da brucelose bovina utilizando i-ELISA. *Veterinary World*, v. 6, n. 8, p. 550–553, 2013.

JAMIL, T. et al. *Brucella abortus*: pesquisa atual e tendências futuras. *Current Clinical Microbiology Reports*, v. 4, p. 1–10, 2017.

KHURANA, S. K. et al. Brucelose bovina: uma revisão abrangente. *Veterinary Quarterly*, v. 41, n. 1, p. 61–88, 2021.

LAINE, C. G. et al. Estimativa global da incidência de brucelose humana. *Emerging Infectious Diseases*, v. 29, n. 9, p. 1789, 2023.

LOKAMAR, P. N. et al. Impactos socioeconômicos da brucelose na produção pecuária. *BMC Veterinary Research*, v. 16, p. 1–13, 2020.

LUCERO, N. E. et al. Métodos diagnósticos aplicados à brucelose bovina. *Veterinary Microbiology*, v. 90, p. 497–504, 2008.

LOPES, B.; NICOLINO, R.; HADDAD, J. Brucelose – fatores de risco e prevalência: uma revisão. *Open Veterinary Science Journal*, v. 4, p. 1, 2010.

MANISH, K. et al. Brucelose: revisão atualizada da doença. *Indian Journal of Animal Sciences*, v. 83, p. 1, 2013.

ISSN: 2318-1494

MEGID, J.; RIBEIRO, M. G.; PAES, A. C. *Doenças infecciosas em animais de produção e de companhia*. Rio de Janeiro: Roca, 2016.

MORENO, E. A jornada de 100 anos do gênero *Brucella*. *FEMS Microbiology Reviews*, v. 45, n. 1, p. fuaa045, 2021.

MORIYÓN, I. et al. Brucelose e saúde única: desafios hereditários e futuros. *Microorganisms*, v. 11, n. 8, p. 2070, 2023.

NAVARRO, E. et al. Diagnóstico molecular da brucelose humana e animal. *Journal of Clinical Microbiology*, v. 42, p. 2494–2502, 2004.

NIELSEN, K.; DUNCAN, J. R. *Animal brucellosis*. Boca Raton: CRC Press, 1990.

NIELSEN, K.; YU, W. Diagnóstico sorológico da brucelose bovina. *Prilozi*, v. 31, n. 1, p. 65–89, 2010.

NYERERE, A.; MBISE, A.; MDEGELA, R. Vacinação como estratégia para manejo da brucelose. *Tropical Animal Health and Production*, v. 52, n. 4, p. 789–798, 2020.

OLSEN, S. C.; TATUM, F. M. Brucelose bovina. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 26, n. 1, p. 15–27, 2010.

PADILLA POESTER, F. et al. Diagnóstico de brucelose. *Open Veterinary Science Journal*, v. 4, p. 46–60, 2010.

PAL, M. et al. Saúde pública e importância econômica da brucelose bovina. *American Journal of Epidemiology*, v. 5, n. 2, p. 27–34, 2017.

PAL, M. et al. Brucelose humana e animal: revisão abrangente. *American Journal of Infectious Diseases*, v. 8, n. 4, p. 118–126, 2020.

PAPPAS, G. et al. *Brucella* como arma biológica. *Cellular and Molecular Life Sciences*, v. 63, p. 2229–2236, 2006.

PEREIRA, C. R. et al. Exposição ocupacional a *Brucella* spp.: revisão sistemática e metanálise. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, v. 14, n. 5, p. e0008164, 2020.

POESTER, F. P.; SAMARTINO, L. E.; SANTOS, R. L. Patogênese e patobiologia da brucelose em animais de produção. *Revue Scientifique et Technique*, v. 32, n. 1, p. 105–115, 2013.

POESTER, F. P. et al. Aspectos epidemiológicos e vacinação na brucelose bovina. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 26, p. 117–122, 2006.

QURESHI, K. A. et al. Brucelose: epidemiologia, patogênese, diagnóstico e tratamento. *Annals of Medicine*, v. 55, n. 2, p. 2295398, 2023.

REFAI, M. Incidência e controle da brucelose na região do Oriente Próximo. *Veterinary Microbiology*, v. 90, n. 1–4, p. 81–110, 2002.

ROBINSON, A. *Diretrizes para vigilância coordenada da brucelose humana e animal*. Roma: FAO, 2003.

SÁNCHEZ-JIMÉNEZ, M. M. et al. Diagnóstico da infecção por *Brucella canis*. *Heliyon*, v. 6, n. 7, p. e04393, 2020.

SCHURIG, G. M.; SRIRANGANATHAN, N.; CORBEL, M. J. Vacina contra brucelose. *Veterinary Microbiology*, v. 90, n. 1–4, p. 235–245, 2002.

SUN, G. Q. et al. Dinâmica de transmissão da brucelose: modelagem matemática e aplicações na China. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, v. 18, p. 3843–3860, 2020.

TEREFE, Y. et al. Brucelose e fatores de risco associados em bovinos leiteiros do leste da Etiópia. *Tropical Animal Health and Production*, v. 49, p. 599–606, 2017.

TULU, D. Brucelose bovina: epidemiologia, implicações para a saúde pública e situação da doença na Etiópia. *Veterinary Medicine Research and Reports*, v. 13, p. 21–30, 2022.

ULU KILIC, A.; METAN, G.; ALP, E. Apresentação clínica e diagnóstico da brucelose. *Recent Patents on Anti-Infective Drug Discovery*, v. 8, n. 1, p. 34–41, 2013.

WARDHAN, R. Marcadores patológicos da brucelose: um desafio bacteriano. *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*, v. 32, n. 18, p. 98–106, 2020.

YAGUPSKY, P.; MORATA, P.; COLMENERO, J. D. Diagnóstico laboratorial da brucelose humana. *Clinical Microbiology Reviews*, v. 33, n. 1, p. e00073-19, 2019.

YASMIN, B.; LONE, S. A. Brucelose: uma infecção economicamente importante. *Journal of Medical Microbiology and Diagnosis*, v. 4, p. 208, 2015.

YOHANNES, M. et al. Avaliação comparativa do teste de Rosa de Bengala, SAT e FC para diagnóstico da brucelose humana. *Revue Scientifique et Technique*, v. 31, n. 3, p. 979–984, 2012.

YOO, H. S. Causas infecciosas de distúrbios reprodutivos em bovinos. *Journal of Reproduction and Development*, v. 56, p. S53–S60, 2010.

YOUNG, E. J. Tratamento da brucelose em humanos. In: *Brucelose*. Boca Raton: CRC Press, 2020. p. 127–141.

YUMUK, Z.; O'CALLAGHAN, D. Brucelose na Turquia — uma visão geral. *International Journal of Infectious Diseases*, v. 16, n. 4, p. e228–e235, 2012.

ZHANG, N. et al. Programas de controle e erradicação da brucelose animal no mundo. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 160, p. 105–115, 2018.

ZHELUDKOV, M. M.; TSIRELSON, L. E. Os reservatórios da infecção por *Brucella* na natureza. *Biology Bulletin*, v. 37, p. 709–715, 2010.