

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE RESIDÊNCIA INTEGRADA EM MEDICINA VETERINÁRIA**

Bruna da Silva Torres

**DIAGNÓSTICO DA DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA EM CONFINAMENTOS
DE GADO DE CORTE
Desafios e o que temos de novo**

Belo Horizonte
2022

Bruna da Silva Torres

**DIAGNÓSTICO DA DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA EM CONFINAMENTOS
DE GADO DE CORTE**
Desafios e o que temos de novo

Versão Final

Monografia apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária da UFMG, como requisito parcial para obtenção do título Especialista - Residência em Medicina Veterinária.

Área de concentração: Clínica Médica de Ruminantes.

Tutor: Tiago Facury Moreira

Belo Horizonte
2022

FICHA CATALOGRÁFICA

T693d	<p>Torres, Bruna da Silva, 1995 - Diagnóstico da doença respiratória bovina em confinamentos de gado de corte: Desafios e o que temos de novo / Bruna da Silva Torres. – 2022. 27f: il.</p> <p>Orientador: Tiago Facury Moreira Monografia apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária da UFMG, como requisito parcial para obtenção do título Especialista - Residência em Medicina Veterinária. Área de concentração: Clínica Médica de ruminantes. Bibliografia: f. 23 - 27.</p> <p>1. Bovino - Teses - 2. Bovino – Doenças - Teses – 3. Veterinária – Teses - I. Moreira, Tiago Facury - II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária - III. Título.</p> <p style="text-align: center;">CDD – 636.089</p>
-------	---

Bibliotecário responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569
Biblioteca da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais

ATA DE DEFESA DE TCR DE Bruna da Silva Tarrus (nome residente)

Às 15:30 horas do dia 28/11/22, reuniu-se, na Escola de Veterinária da UFMG a Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão do Curso, para julgar em exame final, a defesa do TCR intitulado:

Diagnóstico de doença respiratória bovina em confinamentos de gado de corte: desafios e o que tomar de novo, como requisito final para a obtenção

do Título de Especialista em _____.

Abrindo a sessão, o Presidente da Banca, Tiago Faury Moriga, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da Defesa do TCR, passou a palavra ao candidato(a), para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do(a) candidato(a). Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença do(a) candidato(a) e do público, para julgamento da TCR, tendo sido atribuídas as seguintes indicações:

	Aprovada	Reprovada
Prof. <u>Tiago Faury Moriga</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. <u>Gabriela Antevelli</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. <u>Barbara de Andrade Alves</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Pelas indicações, o (a) candidato (a) foi considerado (a): Aprovado

Nota: 80 Reprovado

Para concluir o Programa, o(a) candidato(a) deverá entregar 3 volumes encadernados da versão final do TCR, acatando, se houver as modificações sugeridas pela banca, Para tanto terá o prazo máximo de 30 dias a contar da data da defesa.

O resultado final, foi comunicado publicamente ao(a) candidato(a) pelo Presidente da Banca. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

Belo Horizonte, 28 de novembro de 2022.

Assinatura dos membros da Banca:

Tiago Faury Moriga _____
Barbara de Andrade Alves _____

(Este documento não terá validade sem assinatura e carimbo do Coordenador e não poderá conter rasuras)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, acima de tudo, a Deus e aos amigos espirituais por terem me dado tanta força e garra para correr atrás de minhas ambições e sonhos, além da oportunidade de formar e fazer residência na UFMG.

Agradecer imensamente aos meus pais Cláudia e João que nunca mediram esforços para que eu tivesse a melhor criação possível e sempre me apoiaram em todos os momentos, principalmente nos difíceis. À minha irmã Amanda que sempre esteve ao meu lado, me estimulando, impulsionando e me distraíndo nos momentos tristes e difíceis.

Ao meu namorado Aarão que está comigo desde o início da residência e sempre esteve ao meu lado em todos os momentos, nunca desistiu de mim e esteve sempre me encorajando, me confortando e sendo meu abrigo em meio ao caos.

Aos meus R2s, Gabi e Cléber, que foram fundamentais nessa trajetória, sempre compartilhando conhecimento e experiências que me fizeram crescer muito como profissional e pessoa. Aos meus R1s, Laísa e Flamel, que me motivaram muito a buscar ser mais resiliente, paciente, maleável e também me fizeram ser uma pessoa melhor. Agradeço em especial a Maria que foi minha “Rparça” nesses dois anos e permitiu partilhar de muitos momentos difíceis, mas também os alegres, sempre nos ajudando e fortalecendo uma a outra.

A galerinha da clínica de equinos que sempre nos ajudaram com nossos casos desafiadores e também de maneira pessoal. Essa troca fez muita diferença ao longo desses anos e tornou a convivência na residência muito mais leve.

A todos os estagiários e viventes, ao longo deste tempo, que me fizeram acreditar e dedicar cada dia mais ao meu sonho de ser professora. Agradeço em especial a Rayssa, Fernanda e João quem além da ajuda na rotina, foram ombros para desabafar e chorar.

Aos funcionários Joãozinho, Aninha, Luís, Lucas e Walmir que, mesmo sem saberem, tornavam os dias mais fáceis, seja com um bom dia, uma conversa, um ombro. Além dos que me ajudaram nas tarefas físicas da rotina, como Tião, Pedrinho, Geraldo.

A todos os professores da clínica que sempre me deram amparo profissional e pessoal para encarar os dias mais difíceis durante a residência, em especial ao professor Tiago pela compreensão, parceria e apoio. Ver a paixão deles pela docência e pela clínica

foi e sempre será meu maior combustível para seguir buscando meu sonho de ser professora.

“A alegria não chega apenas no encontro do achado, mas faz parte do processo da busca. E ensinar e aprender não podem dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria”.

Paulo Freire

RESUMO

Apesar dos avanços científicos, a doença respiratória bovina (DRB) continua sendo a doença mais comum e economicamente importante na indústria moderna de confinamento. A suscetibilidade à DRB é multifatorial, influenciada por uma complexa interação entre estresse, múltiplos patógenos virais e bacterianos e a resposta imune do hospedeiro. A DRB representa a maior indicação para antimicrobianos bovinos em todo o mundo, especialmente para profilaxia e metafilaxia. Juntamente com mortes, custos de tratamento, desempenho e valor de carcaça reduzidos, a DRB leva a grandes perdas econômicas para os criadores de gado. Os métodos de diagnóstico atuais baseiam-se em sinais visuais subjetivos de doença, muitas vezes combinados com temperatura retal ou ausculta pulmonar e, caso seja detectada doença, são utilizados protocolos de tratamento antimicrobiano. O grande desafio é que esses sinais subjetivos podem levar a alguns erros no diagnóstico. Porém, têm surgido novas ferramentas na tentativa de superar os desafios impostos no diagnóstico de DRB. A crescente população mundial, a demanda dos consumidores por menos uso de antimicrobianos, as preocupações do público com o bem-estar animal, uma base agrícola em declínio e margens de lucro estreitas são apenas algumas das razões pelas quais a pesquisa sobre o manejo da DRB deve continuar.

PALAVRAS CHAVE: Ultrassonografia perdas econômicas, carcaça, tratamento, bem-estar animal, mortalidade, controle.

ABSTRACT

Despite scientific advances, bovine respiratory disease (BRD) remains the most common and economically important disease in the modern feedlot industry. Susceptibility to BRD is multifactorial, influenced by a complex interaction between multiple viral and bacterial pathogens and the host's immune response. DRB represents the biggest indication for bovine antimicrobials worldwide, especially for prophylaxis and metaphylaxis. Along with reduced deaths, handling costs, performance and carcass value, BRD leads to large fat losses for livestock farmers. Current diagnostic methods are based on subjective visual signs of disease, often combined with rectal temperature or lung auscultation and, if the disease is diagnosed, antimicrobial treatment protocols are used. The big challenge is that these subjective signs can lead to some misdiagnosis. However, new tools have emerged in an attempt to overcome the challenges in diagnosing BRD. A growing world population, consumer demand for less antimicrobial use, public concerns about animal welfare, declining agricultural base and narrow profit margins are just some of the reasons why research on managing BRD must continue.

KEYWORDS: Ultrasonography losses, death, treatment, animal welfare, mortality, control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagens termográficas do globo ocular de um animal durante o desenvolvimento da diarreia viral bovina	18
Figura 2: Localização do transmissor do sinal	19
Figura 3: Localização dos leitores	20

LISTA DE ABREVIATURAS

DRB	Doença Respiratória Bovina
EIC	Espaço Intercostal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
RIPD	Sistema Remoto de Identificação Precoce de Doenças
SAPAC	Sistema de Auscultação Pulmonar Assistida por Computador
UST	Ultrassonografia Torácica
TIV	Termografia por Infravermelho

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Importância da DRB em confinamentos	14
2.2 Principais desafios da DRB em confinamentos	14
2.3 Principais patógenos envolvidos	15
2.4 Diagnóstico de DRB e suas limitações	15
2.5 Desafios no diagnóstico de DRB em confinamentos	16
2.5.1 NÚMERO DE ANIMAIS	16
2.5.2 DIFICULDADE DE MANEJO	16
2.5.3 OBSERVAÇÃO CLÍNICA	16
2.6 Opções diagnósticas usualmente empregadas	17
2.6.1 DIAGNÓSTICO CLÍNICO	17
2.6.2 “PEN RIDERS” – SANITARISTAS	17
2.6.3 ULTRASSONOGRAFIA TORÁCICA.....	18
2.7 Possibilidades diagnósticas	19
2.7.1 TERMOGRAFIA	19
2.7.2 SISTEMA REMOTO DE IDENTIFICAÇÃO PRECOCE DE DOENÇAS (RIPD).....	20
2.7.3 SISTEMA DE AUSCULTA PULMONAR ASSISTIDA POR COMPUTADOR (SAPAC).....	21
2.7.4 ANÁLISE METABOLÔMICA NO SANGUE.....	22
2.8 O que o futuro reserva?	23
2.8.1 PECUÁRIA/AGRICULTURA DE PRECISÃO	23
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
4 REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a implantação de grandes confinamentos ainda é relativamente recente, principalmente com foco na terminação de animais cada vez mais jovens, e com isso, os problemas sanitários tenderão a se agravar cada vez mais (Rice, 2007). A natureza segmentada do modelo de produção de carne bovina é uma característica estrutural importante. Os animais desta faixa etária são extremamente desafiados principalmente com fatores estressantes, como desmama, mistura, castração, alta densidade animal, entre outros que serão abordados mais a frente. Consequentemente, estes animais apresentam uma maior inclinação a taxas mais altas de tratamento para Doença Respiratória Bovina (DRB), sendo caracterizados como animais de alto risco (Groves, 2020).

A DRB continua a atormentar a pecuária e é um dos principais desafios para os veterinários, bem como para os produtores de carne bovina e de laticínios. Nos confinamentos norte-americanos de gado de corte, a DRB é responsável por aproximadamente 75% de toda a morbidade e 50% da mortalidade (Snyder *et al.*, 2020).

O diagnóstico preciso da DRB em bovinos confinados é crucial para um tratamento eficaz e a implementação de estratégias de prevenção (Taylor, *et al.*, 2010). Além disso, como o tratamento com DRB depende principalmente do uso de antimicrobianos, um diagnóstico preciso deve reduzir os tratamentos desnecessários. Infelizmente, os métodos diagnósticos atuais para identificar bovinos confinados afetados com DRB nem sempre são precisos (White *et al.*, 2009) De fato, esses métodos, baseados em inspeção visual por sanitaristas, são altamente subjetivos, mesmo quando combinados com a medição da temperatura retal (Duff, *et al.* 2007).

Visando a redução de custos e otimização do manejo, muitos dos tratamentos implementados são realizados em dose e tempo inadequados, o que leva a uma alta taxa de falha no tratamento, podendo facilitar a seleção de microorganismos resistentes e a deterioração do quadro clínico do animal.

Atualmente, a profilaxia antimicrobiana é amplamente empregada para a prevenção e controle da DRB, porém estudos já apontam o aparecimento de cepas de bactérias multiresistentes a uma gama de antimicrobianos (Snyder *et al.*, 2020), chamando a atenção para a necessidade de um uso racional de antimicrobianos nos confinamentos que depende majoritariamente de um diagnóstico precoce e mais preciso.

Diante disto, se torna emergente a necessidade de buscar e estabelecer métodos de diagnósticos mais precisos e práticos, além de definição de protocolos corretos de tratamento e controle. O objetivo do trabalho é trazer o que há de opções diagnósticas atualmente que sejam viáveis e aplicáveis a realidade dos confinamentos brasileiros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da DRB em confinamentos

Em bovinos de corte confinados no Brasil, as causas de morbidade são representadas pelo complexo das doenças respiratórias dos bovinos (DRB), afecções podais, traumas, clostridioses e polioencefalomalácia (Baptista *et al.*, 2017), sendo a DRB a afecção mais prevalente e desafiadora devido a sua característica multifatorial (Edwards, 2010; Dedonder; Apley, 2015).

A ocorrência de DRB envolve fatores estressantes antes do estabelecimento do confinamento, como a permanência em transporte por longas distâncias e o próprio embarque, predis põem muitas vezes a infecções virais, o que pode levar a uma infecção bacteriana secundária (Rice *et al.*, 2007). Na entrada do confinamento, o contato entre os animais com status vacinais diferentes pode predis põ-los às DRB, bem como as mudanças nutricionais estabelecidas, poeira e altas amplitudes térmicas (Fulton, 2013).

A DRB tem um impacto significativo nos retornos líquidos dos confinamentos de gado por meio de despesas com saúde animal, desempenho dos animais e custos trabalhistas (Cernicchiaro *et al.*, 2013). Em um estudo de 1999, Gardner *et al.* descobriram que novilhos com lesões pulmonares tinham US\$ 73,78 a menos de retorno líquido, sendo 21% atribuíveis aos custos com medicamentos e 79% devido ao menor peso da carcaça e qualidade inferior. No Brasil em 2016, Baptista conduziu um estudo que avaliava taxas de mortalidade e morbidade associadas às DRB em bovinos confinados no sudeste do Brasil e ficou claro que as DRB são de importância tanto sanitária como econômica na indústria da carne brasileira, considerando os gastos de 14,3 milhões de dólares com mortalidade e 16,3 milhões de dólares com a morbidade associadas com DRB.

Um estudo realizado por Martins (2016) em uma fazenda de terminação de gado de corte comercial em sistema de confinamento no interior de Minas Gerais, com 15.269 animais no total, encontrou valores de morbidade e mortalidade diferentes da literatura estrangeira (Snyder *et al.*, 2020). A morbidade desse estudo foi de 1,01%, apesar de não ser a enfermidade de maior morbidade, os danos causados no sistema respiratório são altamente prejudiciais aos bovinos, sendo a principal causa de mortalidade nesse estudo (36,5% de representatividade). Esses danos, além de prejudicar o bem-estar dos animais, provocam uma grande perda de produtividade pelo resto de suas vidas, levando a um impacto econômico maior ainda.

2.2 Principais desafios da DRB em confinamentos

A DRB é o processo patológico mais prevalente experimentado por bovinos de corte e confinamento (Nickell e White, 2010).

As intensificações dos sistemas de produção impõem certos desafios para manter um ambiente saudável, e frequentemente resultam em aumento no desafio para os animais.

O uso de confinamentos para terminar os animais precocemente envolve mudanças de manejo e ambiente para os animais. desmame, castração, descorna, jejum, superlotação, transporte, exposição a agentes infecciosos, mudanças de dieta, variações extremas da temperatura ambiental, ressocialização, entre outros, são alguns fatores estressantes que podem ocorrer um pouco antes, na chegada e durante o confinamento (Thompson e O'Mary, 1983).

A mistura de animais de diferentes origens facilita a exposição aos agentes

infecciosos, e é considerada o fator predisponente mais importante para a DRB, dentre os demais fatores causadores de estresse (Thompson e O'Mary, 1983).

2.3 Principais patógenos envolvidos

A DRB é causada por um complexo de infecção viral e/ou bacteriana, ligada a estressores relacionados ao manejo e às condições ambientais. Vírus e outros estressores predisõem bovinos a pneumonias bacterianas oportunistas, incluindo vírus sincicial respiratório bovino, parainfluenzavírus 3, vírus da rinotraqueíte infecciosa bovina e possivelmente coronavírus bovino (O'Neill et al. 2014). Esses vírus desencadeiam a DRB danificando a mucosa do trato respiratório superior e/ou modificando a resposta imune pró e anti-inflamatória do hospedeiro.

Patógenos bacterianos incluem *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni*, *Arcanobacterium pyogenes*, *Mycoplasma dispar* e *M. bovis* que existem comumente como comensais do trato respiratório superior (Baptisteý e Kyvsgaard, 2017).

Das bactérias patogênicas citadas, *M. haemolytica* é uma das mais importantes do grupo por causar uma pleuropneumonia aguda, além de apresentar inúmeros fatores de virulência. (Confer, 2009).

P. multocida foi isolada de até 40% dos casos de pneumonia enzoótica e febre do transporte (Welsh et al., 2004). Possui menos fatores de virulência documentados que *M. Haemolytica* e causa um quadro de pneumonia menos fulminante.

H. Somni também é agente de pneumonia, porém, há estudos epidemiológicos demonstrando uma variação acentuada em sua prevalência em comparação com *M. haemolytica* e *P. multocida* na pneumonia em animais de corte (Corbeil, 2007).

M. bovis tem sido objeto de investigação considerável; entretanto, seu papel primário na pneumonia bacteriana bovina é controverso. Grande parte da controvérsia ocorre porque muitos bovinos saudáveis em confinamento eliminam *M. bovis* pelas vias nasais, além disso ele já foi isolado de até 45% de pulmões bovinos macroscopicamente e histologicamente normais (Gagea et al., 2006b).

2.4 Diagnóstico de DRB e suas limitações

O diagnóstico preciso da DRB é um desafio permanente que prejudica a capacidade de tratar e prevenir a DRB de forma otimizada (Buczinski et al., 2020). Os métodos atuais de diagnóstico em confinamento têm baixa acurácia diagnóstica (Blakebrough-Hall et al., 2020) por serem feitos quase exclusivamente por avaliação clínica se baseando em sinais subjetivos de doença, muitas vezes combinados com temperatura retal. (Wolfger et al., 2015). Outro grande desafio encontrado é que ainda não existe um padrão ouro para que seja possível comparar a eficiência de alguns métodos.

Smith et al. (2020) fizeram uma revisão considerando trabalhos desde 1975 e ficou evidente que houve um grande avanço na identificação e classificação dos agentes etiológicos envolvidos, na vacinação e no uso de antimicrobianos para o tratamento de DRB, porém, o ganho com relação aos índices de morbidade não diminuiu significativamente nos últimos 45 anos. Isto indica que o foco na identificação de agentes etiológicos não é a melhor estratégia para diminuição da morbidade e mortalidade por DRB nos próximos anos. Os autores sugerem que é hora de aumentar o foco no hospedeiro e nas influências ambientais que contribuem para

esse complexo multifatorial.

Outro gargalo está relacionado ao uso de antimicrobianos para o tratamento da DRB. Por mais que tenha havido uma evolução quanto ao seu uso para o tratamento e controle de DRB, já existem estudos que apontam casos de multirresistência antimicrobiana em isolados de *M. haemolytica*, *P. multocida* e *H. somni* nos últimos anos (Anholt *et al.*, 2017; Snyder; Credille, 2020). Diante de 45 anos de administração enérgica de vacinas e antimicrobianos bem elaborados, a mortalidade não diminuiu, isto sugere que os antimicrobianos podem não ser a ferramenta principal para o controle de DRB nos anos que virão (Smith *et al.*, 2020).

Diante deste cenário talvez o caminho para a abordagem da DRB no rebanho esteja relacionada a melhora na detecção de animais doentes de forma precoce, através da implementação de novas tecnologias no monitoramento de doenças (pecuária de precisão), e para o foco na mitigação de fatores de risco associados à ocorrência de DRB. O termo “pecuária de precisão” será discutido em outro tópico.

2.5 Desafios no diagnóstico de DRB em confinamentos

Além das limitações citadas no tópico anterior, há alguns desafios relacionados ao diagnóstico de DRB em confinamentos de gado de corte. Geralmente trabalha-se com um grande número de animais, em sua grande maioria o manejo destes animais é dificultado pelo seu temperamento e a principal ferramenta comumente utilizada apresenta uma acurácia baixa.

2.5.1 Número de animais

O Brasil possui o maior rebanho comercial de gado bovino no mundo. Em 2020, o rebanho bovino nacional cresceu 1,5%, chegando a 218,2 milhões de cabeças, maior efetivo desde 2016 (IBGE, 2021). Em todo o ano de 2021, foram abatidas 27,54 milhões de cabeças de bovinos (IBGE, 2022). Deste valor, 6,5 milhões de bovinos foram terminados em confinamento. Isso significa que cerca de 23,7% dos animais abatidos vieram da pecuária intensiva.

Métodos que permitam uma avaliação individual dos animais acabam sendo limitados devido a esse grande número, se tornando necessária a aplicação de opções que avaliem um grande número de animais de uma vez.

2.5.2 Dificuldade de Manejo

Outra dificuldade marcante do diagnóstico em confinamentos é o manejo dos animais. Geralmente os animais são divididos em lotes por categorias além disso, há a questão de comportamento dos animais, que comumente é irracional, o que leva a um nível de estresse muito grande, tornando o manejo dificultoso. O estresse de manejo pode levar a interpretações errôneas de diagnóstico clínico pois altera os parâmetros de auscultação e pode alterar também a temperatura retal.

2.5.3 Observação Clínica

O diagnóstico de DRB em bovinos colocados em confinamento é baseado na doença clínica detectada por sanitaristas (Portillo, 2014). Infelizmente, essa abordagem diagnóstica nem sempre é precisa (White e Renter, 2009). O gado é uma presa e, conseqüentemente, muitas vezes mascarará sinais de doença, especialmente na presença de humanos (Weary *et al.*, 2009). Portanto, uma proporção de gado com DRB nunca é

detectada pelos sanitaristas (ou seja, falsos negativos). Além disso, os sinais clínicos normalmente usados para diagnosticar a DRB (por exemplo, depressão, anorexia, febre) nem sempre são específicos para esta condição de doença (Portillo, 2014).

Os bovinos com DRB são, portanto, frequentemente detectados tardiamente no processo da doença ou não são detectados (Timsit *et al.*, 2011). No entanto, a intervenção precoce é fundamental para o tratamento eficaz resultando em menores taxas de recaída e menor mortalidade.

Em um estudo, em 1996, de Wittum *et al* com 469 animais confinados investigando a incidência de lesões pulmonares constatou que 35% dos bovinos tratados para DRB, apenas 72% apresentavam lesões pulmonares no abate, ou seja, 28% não foi diagnosticado ou tem a possibilidade de o animal ter debelado a infecção sem que houvessem lesões visíveis no abate. De ainda maior interesse, 68% dos bovinos não tratados apresentavam lesões pulmonares. No estudo, doença clínica do trato respiratório foi monitorada entre o nascimento e o abate. Os novilhos foram desmamados com aproximadamente 6 meses de idade e entraram em confinamentos com uma média de 273 dias. O ganho de peso médio diário foi monitorado durante o período de alimentação. Os pulmões foram coletados no abate e avaliados quanto a lesões macroscópicas indicativas de pneumonia ativa ou resolvida. Estes achados confirmam que a detecção visual de DRB é menos do que precisa.

2.6 Opções diagnósticas usualmente empregadas

Atualmente existem algumas opções de diagnóstico que já são empregadas em confinamentos, incluindo o diagnóstico clínico, uso de ultrassonografia torácica e sanitaristas. Cada técnica apresenta vantagens e desvantagens, que serão abordadas abaixo.

2.6.1 Diagnóstico Clínico

O diagnóstico clínico da DRB é classicamente baseado em sinais clínicos evidenciados pelo exame físico. Os sinais avaliados incluem febre, tosse, secreção ocular ou nasal, respiração anormal e ausculta de sons pulmonares anormais, porém, a maioria destes sinais são inespecíficos, gerando uma dificuldade de precisão do diagnóstico.

A auscultação pulmonar busca sons anormais durante o ciclo respiratório do animal, e vale lembrar que cada ponto de auscultação tem seu som normal específico. Ruídos anormais como sibilo e crepitações, além de áreas de silêncio, revela algum tipo de lesão pulmonar. A auscultação pulmonar, em animais leiteiros, apresenta uma sensibilidade baixa (27%), porém, a especificidade é significativa (96%) (Andrade, 2017). É importante ressaltar que a acurácia da auscultação é extremamente variável, no trabalho de Buczinski e Pardon de 2020 eles trazem valores extremamente variáveis de sensibilidade e especificidade. Além disto, ela também é subjetiva e requer uma pessoa bem treinada e com boas habilidades acústicas para reconhecer corretamente os sons anormais, além de necessitar de um ambiente menos ruidoso para não interferir muito no exame.

O exame físico com auscultação pulmonar é extremamente limitado na realidade de grandes confinamentos, devido à grande quantidade de animais e a dificuldade de manejá-los.

2.6.2 “Pen riders” – Sanitaristas

Os sanitaristas (em inglês conhecidos pelo termo *pen riders*) são um dos principais responsáveis pela saúde e bem-estar do gado confinado. Eles procuram por quaisquer sinais de ferimentos ou doenças nos animais enquanto andam por currais ou

confinamentos.

É muito difícil “ensinar” alguém a ser um *pen rider*. A tarefa requer boas habilidades de observação, tempo e experiência para desenvolver uma linha de base para a aparência e comportamento do gado normal. Na medicina de produção, o sucesso pode estar na consistência das rotinas diárias.

Não há tempo suficiente no dia para avaliar o gado em grandes grupos em uma grande operação para estudar cada animal quanto aos sinais clínicos de DRB. Se a identificação está sendo com base em animais doentes, provavelmente está identificando o animal tarde demais. Se os indivíduos forem encontrados exibindo uma óbvia postura de cabeça baixa e depressão, o animal pode estar em estado avançado de broncopneumonia. Dependendo do tamanho ou da idade, quando começamos a ver sinais mais óbvios de DRB, uma porção significativa do pulmão já pode estar afetada (Portillo, 2014).

Uma abordagem mais eficiente do curral deve ser focada em mudanças mais sutis na disposição, postura e resposta ao indivíduo que avalia os animais. Desta forma, os animais podem ser avaliados de forma bastante rápida e eficiente como um grupo, então quaisquer indivíduos que não se posicionem, se movam ou respondam normalmente devem ser escolhidos para um olhar mais atento (Portillo, 2014).

Outro ponto a ser avaliado, além do comportamento a condição clínica dos animais, é a ingestão de alimentos e, principalmente, de água. Se um curral está sendo mantido por vários dias sem problemas significativos de saúde ou atividade, e de repente o curral tem vários animais de aparência questionável, os primeiros lugares que devem ser avaliados são os bebedouros e o cochos de alimentação, verificando se há grandes sobras de alimentos e presença de secreção nasal

Os sanitaristas são extremamente valiosos para o diagnóstico precoce de doenças que acometem os animais em confinamento, dentre elas a DRB, pois, quando bem treinados, são eles que identificam os animais possivelmente doentes, direcionando melhor a abordagem terapêutica.

2.6.3 Ultrassonografia Torácica

As duas técnicas citadas acima seriam úteis como métodos de triagem que permitiriam reduzir o *n* de animais a serem avaliados pelo método confirmatório. A Ultrassonografia torácica (UST) entra como uma boa opção de método confirmatório, lembrando que não existe um padrão ouro para o diagnóstico de DRB, o que dificulta um pouco a comparação da eficiência dos testes.

Em um estudo feito por Andrade (2017), com animais leiteiros, a ultrassonografia torácica se apresentou com uma sensibilidade de 52% e especificidade de 94%, mostrando que a UST é promissora devido à sua utilização relatada para o diagnóstico de lesões pulmonares parenquimatosas, especialmente consolidação associada a broncopneumonia infecciosa e, portanto, pode ser usado para a avaliação *antemortem* da gravidade e extensão das lesões pulmonares, acompanhamento da evolução e detecção de casos subclínicos.

É evidente que a UST é uma ferramenta muito valiosa para a confirmação de diagnósticos de doenças respiratórias, além de ser útil na determinação do prognóstico, desta forma ela pode ser utilizada para desencadear protocolos de tratamento e melhorar a racionalização do uso de antimicrobianos. Porém, na literatura, os dados são escassos e controversos sobre a aplicação da UST em bovinos confinados e mais uma vez nos deparamos com o desafio do manejo e número de animais, tornando a UST também inviável como método de triagem diagnóstica, mas não exclui a possibilidade de ser utilizada como um dos métodos confirmatórios.

2.7 Possibilidades diagnósticas

Vários métodos, incluindo ultrassonografia pulmonar, radiografias, ausculta pulmonar e determinação da concentração sérica de haptoglobina, têm sido usados para melhorar a precisão do diagnóstico de DRB (Buczinski *et al.* 2014). Porém, muitos desafios são encontrados para a aplicação destas técnicas na realidade de confinamentos. A maioria das técnicas convencionais seriam mais úteis como métodos confirmatórios.

Diante disto muitas alternativas surgiram para aumentar a eficácia e praticidade do diagnóstico de DRB em confinamentos de corte, dentre elas o uso de termografia, estetoscópio digital, marcadores bioquímicos, monitoramento remoto, entre outros. Algumas destas alternativas podem ser estudadas com possibilidade de utilização como métodos de triagem, assim o diagnóstico de DRB pode ser mais direcionado a um número menor de animais tornando-o mais prático, acessível e assertivo.

2.7.1 Termografia

A termografia por infravermelho (TIV) é uma técnica de diagnóstico não invasiva, que pode ser utilizada como um indicador de variações biométricas térmicas na temperatura superficial dos animais (Eddy *et al.*, 2001), podendo ser usada sem a necessidade de captura ou contenção dos animais (Schaefer *et al.*, 2012). Estas variações ocorrem mediante alterações no fluxo sanguíneo, com suprimento aumentado ou diminuído para as extremidades, permitindo que uma quantidade de calor seja irradiada para fora do organismo (Berry *et al.*, 2003). Considerando que até 60% da perda de calor de um animal pode ocorrer na faixa do infravermelho (Kleiber, 1975), a observação de que a perda de calor irradiada pode servir como um indicador precoce de condições de febre talvez seja lógica.

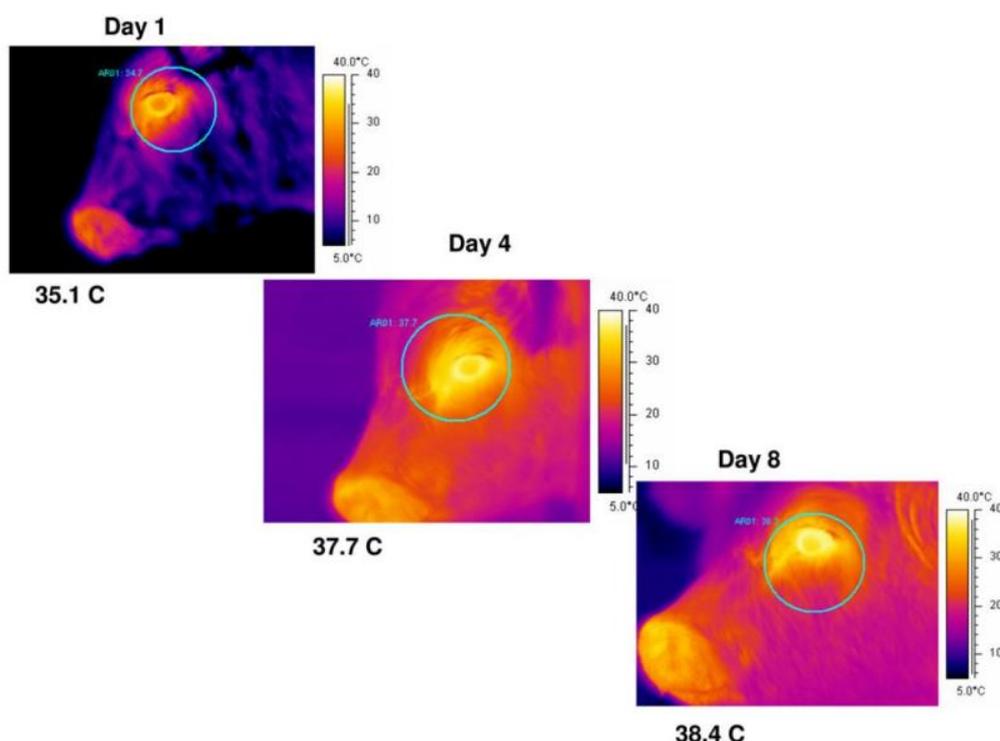


Figura 1: Imagens termográficas do globo ocular de um animal durante o desenvolvimento da diarreia viral bovina. Nota-se o aumento progressivo de temperatura ocular. Fonte: Schaefer *et al.* (2007).

Geralmente o sistema é instalado de maneira que as câmeras fiquem direcionadas

para os bebedouros, fotografando as faces laterais da cabeça dos animais, sempre durante o acesso à água. Ou seja, desta forma, a instalação possibilita o monitoramento de todos os animais para as temperaturas orbitais irradiadas toda vez que forem beber água, podendo acompanhar a curva de temperatura dos animais ao longo de um período.

O uso da TIV para diagnosticar animais com DRB foi estabelecido (Schaefer *et al.*, 2004–2010). Esses achados também são consistentes com os relatados por Hovinen (2009) e Polat *et al.* (2010) para a determinação de mastite em gado leiteiro. Schaefer *et al.* (2007), ao testar a TIV como método auxiliar no diagnóstico de doenças respiratórias, obtiveram eficiência de 71% em comparação com os 55% quando apenas o método clínico tradicional foi utilizado. O uso da TIV apresentou ainda a vantagem de identificar animais com temperaturas elevadas em decorrência da doença entre quatro a seis dias antes do aparecimento dos primeiros sinais clínicos.

A termografia entra como uma boa opção de método de triagem, pois ela permite identificar, de forma não invasiva, animais doentes, minimizando o problema de quantidade de animais e manejo. Porém, como o aumento da temperatura é um sinal clínico inespecífico, se torna necessário a associação da termografia com outros métodos de diagnóstico de DRB em um rebanho. Vale a pena refletir também sobre se as condições ambientais interferem na interpretação dos resultados da termografia.

2.7.2 Sistema Remoto de Identificação Precoce de Doenças (RIPD)

O sistema RIPD consiste em arquitetura (*hardware e software*) que fornece informações posicionais em tempo real de cada bezerro dentro do curral. O *hardware* consiste em um transmissor anexado a cada bezerro por meio de um dispositivo auricular e leitores posicionados ao redor dos currais que recebem informações de posicionamento do dispositivo e retransmitem de volta para um servidor central. Os algoritmos avaliam as informações posicionais de cada animal e determinam o estado de saúde com base em vários índices de localização, sociais e comportamentais.



Figura 2: Localização do transmissor do sinal (“Eartag”). Fonte: Precision Animals Solutions.



Figura 3: Localização dos leitores. Fonte: Precision Animals Solutions.

O RIPD combina aspectos da frequência alimentar, mudanças nos padrões de atividade e interações sociais para gerar uma determinação precisa e precoce do estado de saúde do animal. Os animais são monitorados 24 horas por dia, para gerar uma imagem completa das possíveis mudanças.

Este sistema possui vários algoritmos de detecção de doenças que podem ser empregados dependendo das circunstâncias e objetivos das observações, alguns são mais sensíveis e outros mais específicos.

Algumas das vantagens deste tipo de sistema incluem a rápida pesquisa, recuperação e correlação de dados; otimização da triagem em grandes rebanhos; e coleta, armazenamento e cruzamento automático de dados para melhorar os diagnósticos. A principal desvantagem deste tipo de sistema é sua dependência em relação à qualidade da base de dados dos algoritmos. O resultado disso é que, embora seja possível conferir um certo grau de flexibilidade ao algoritmo, este só será capaz de lidar com situações para as quais ele foi treinado. Assim, é possível afirmar que um sistema automático para detecção de doenças só poderá ser tão bom quanto a base de dados utilizada.

Inicialmente o sistema RIPD se mostra promissor para identificar doenças respiratórias bovinas com concordância relativamente alta (concordaram em 83% de todas as observações individuais diárias) à observação visual (White *et al.* 2015). O conceito de observações remotas identificando mudanças comportamentais associadas à doença parece ser válido e pesquisas futuras podem avaliar melhorias e desempenho do sistema em populações mais amplas. É necessário avaliar também a aplicabilidade financeira desta técnica em pequenos rebanhos.

2.7.3 Sistema de Ausculta Pulmonar Assistida por Computador (SAPAC)

O SAPAC permite classificar automaticamente os padrões acústicos nos escores pulmonares, o que pode aumentar a precisão do diagnóstico de DRB. A ausculta pulmonar computadorizada consiste em segurar o diafragma de um estetoscópio eletrônico sobre o 5º espaço intercostal da parede torácica direita, aproximadamente 10 cm acima do cotovelo e gravação de sons pulmonares por 8 segundos. Alguns programas exibem o espectrograma dos sons gravados; sons pulmonares pré-processados para remover sons cardíacos e possíveis interferências do ambiente e classificam os padrões acústicos em escores pulmonares variando de 1 a 5 (1 = normal, 2 = agudo leve, 3 = agudo moderado, 4 = agudo grave e 5 = crônico).

É importante lembrar que a utilização do SAPAC de forma isolada não é o suficiente para determinar se o animal possui DRB. Geralmente os animais avaliados são

selecionados por sanitaristas por manifestarem algum sinal de DRB e, posteriormente, este animal é examinado com avaliação de, pelo menos, temperatura retal.

Em um estudo realizado por Mang et al. (2015) foram avaliados um total de 561 novilhos que foram observados durante os primeiros 50 dias após a entrada no confinamento. Animais com sinais visuais de DRB identificados por sanitaristas foram examinados por um veterinário, incluindo ausculta pulmonar com estetoscópio convencional e SAPAC que produziu um escore pulmonar de 1 (normal) a 5 (crônico). Para cada novilho examinado um novilho aparentemente saudável foi selecionado como controle e examinado de forma semelhante. Dos 561 novilhos, 35 foram identificados com sinais visuais de DRB e 35 foram selecionados como controles. A comparação entre o SAPAC e a ausculta pulmonar realizada por um veterinário experiente revelou uma concordância substancial, (com 62 resultados concordantes dos 70 exames clínicos) porém a sensibilidade ainda é baixa. Além disso o estudo revelou uma maior especificidade do SAPAC em comparação com o sanitarista, portanto é possível inferir que esta tecnologia tem o potencial de diminuir a proporção de bovinos falsamente diagnosticados com DRB e, assim, pode promover o uso prudente de antimicrobianos em confinamentos comerciais, reduzindo tratamentos desnecessários.

O SAPAC se revela como uma tecnologia promissora para melhorar a precisão do diagnóstico de DRB em confinamento. Seu uso poderia aumentar a proporção de bovinos diagnosticados com precisão com DRB por uma redução nos diagnósticos falso-positivos, sempre lembrando que esta tecnologia deve ser associada a outros métodos diagnósticos.

Porém é necessário ter censo crítico diante da aplicação de algumas tecnologias. Neste caso, o fabricante recomenda a colocação do diafragma sobre o quinto espaço intercostal (EIC), mas é importante lembrar que o principal local de ocorrência de pneumonias é no lobo cranial direito, que se localiza entre o terceiro e quarto EIC. Será que o quinto EIC é o melhor local para o posicionamento do aparelho? Será que isto influencia na sensibilidade do diagnóstico? São necessários mais estudos a cerca disto.

Outro ponto importante de ser avaliado é: qual a viabilidade financeira da implantação dessa tecnologia e qual o retorno que ela daria? Esse método atende a realidade da maioria dos rebanhos brasileiros? Além disso, será que avaliar acurácia comparando com o diagnóstico feito por um sanitarista e por auscultação de um veterinário é a melhor forma? A proposta é muito interessante, mas restam muitas perguntas a serem respondidas quanto a real aplicabilidade desta tecnologia.

2.7.4 Análise Metabolômica no Sangue

Este método entra no trabalho mais a título de curiosidade e também para mostrar que existem muitas coisas novas no mercado. Ainda não se sabe ao certo a viabilidade e aplicabilidade desta técnica a campo, mas os resultados são interessantes.

A metabolômica monitora as alterações na concentração de pequenos metabólitos nos tecidos e biofluidos que incluem lipídios, aminoácidos, vitaminas e açúcares (Goldansaz, 2017). Esses metabólitos podem fornecer uma visão sobre a resposta à doença e podem ser usados como biomarcadores para indicar a presença de doença.

Em bovinos, a metabolômica tem sido usada para prever características de produção, como consumo alimentar residual e ganho médio diário (Karisa, 2014), além de diagnosticar distúrbios metabólicos e reprodutivos, como cetose e metrite (Enjalbert, 2001 e Hailemariam, 2014) . Até o momento, há poucas pesquisas sobre metabolômica como ferramenta de diagnóstico para doenças infecciosas em bovinos, como DRB. Nos poucos estudos publicados, entre cinco e doze metabólitos diferenciaram bezerros

leiteiros saudáveis e afetados por DRB (Basoglu, 2016; Maurer, 2018).

Uma limitação comum dos estudos de descoberta de biomarcadores para diagnóstico de doenças em bovinos são os pequenos tamanhos amostrais de menos de 50 animais, que não permitem a validação necessária para garantir a reprodutibilidade dos resultados. Outra limitação está relacionada a custos e viabilidade, para onde mandar estas amostras? Como seria o manejo para a coleta de sangue nestes animais? Muitas tecnologias são muito interessantes cientificamente, mas a aplicabilidade delas, na prática, é limitada (por enquanto).

2.8 O que o futuro reserva?

2.8.1 Pecuária/Agricultura de Precisão

O termo “agricultura de precisão”, mais frequentemente aplicado à produção agrícola, refere-se à prática de coletar dados com um alto grau de resolução espacial ou temporal e, em seguida, usar as informações para direcionar com precisão os tratamentos ou manipulações para as áreas com maior probabilidade de se beneficiar (USDA).

Essas ferramentas incluem métodos para detectar remotamente o gado doente, identificar com precisão e rapidez a inflamação ou infecção respiratória e identificar o gado com probabilidade de adoecer ou permanecer saudável, com base em sua genética, expressão gênica, flora normal ou metabolismo. Uma vez que os bovinos doentes são identificados, é necessário determinar se eles realmente têm BRD.

Até o momento, a maioria dos bovinos doentes são identificados por observação direta por um ser humano. No entanto, foi desenvolvida tecnologia que permite a identificação de bovinos doentes antes que um humano perceba seus sinais de doença, por meio da detecção de mudanças na ingestão de água ou ração, movimento ou estado fisiológico, como temperatura corporal.

No estudo de Timsit et al. (2010), foram detectadas mudanças remotamente no comportamento alimentar que, posteriormente, identificaram os animais que acabaram sendo tratados para DRB três a cinco dias mais cedo do que pela avaliação dos sanitaristas.

Essas tecnologias claramente têm um potencial empolgante para melhorar a velocidade e a precisão da detecção de BRD. Atualmente, o custo do equipamento necessário e a complexidade da análise de dados necessários limitam a ampla adoção de tais métodos. No entanto, dada a velocidade em que a tecnologia pode diminuir de preço e se disseminar, parece plausível que a detecção remota de animais doentes será prática comum nas próximas décadas.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da grande importância do Brasil como produtor de carne bovina no cenário mundial, as limitações quanto ao diagnóstico e tratamento de DRB são significativas e preocupantes. Com o objetivo de buscar possíveis soluções para esta situação, o trabalho trouxe algumas opções diagnósticas atuais que poderiam minimizar este problema.

Algo importante de ser considerado é a aplicabilidade dessas tecnologias a campo. Toda tecnologia implica em custos e em algumas situações se torna inviável a sua adoção, já que grande parte das fazendas de confinamento no Brasil são de pequeno porte (<1000 cabeças) e a aplicação dessas tecnologias ficaria em segundo plano. Já em grandes confinamentos, é extremamente interessante e plausível a implementação dessas tecnologias, uma vez que o grande número de animais acaba inviabilizando o diagnóstico clínico, assim opções que permitam direcionar um pouco mais o diagnóstico se tornam

valiosas.

Acima de tudo é de extrema importância garantir condições de manejo e ambiência que minimizem a ocorrência de DRB nos rebanhos. Não basta implementar uma tecnologia de alto custo e complexidade se os animais não possuem o mínimo, como sombras, baixa exposição a poeira, acesso adequado ao cocho e ao bebedouro, taxas de lotações adequadas, etc. As tecnologias estão a nossa disposição, mas seu uso deve ser sempre pautado de maneira racional e prática.

4 REFERÊNCIAS

ADAMS, E. A.; BUCZINSKI, S. Ultrasonographic assessment of lung consolidation postweaning and survival to the first lactation in dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 2, p. 1465-1470, 2016.

ANDRADE, João Paulo. Métodos de diagnóstico na avaliação pulmonar de bezerros. 2017.

ANHOLT, R. Michele et al. Antimicrobial susceptibility of bacteria that cause bovine respiratory disease complex in Alberta, Canada. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 4, p. 207, 2017.

BAPTISTE, Keith Edward; KYVSGAARD, Niels Christian. Do antimicrobial mass medications work? A systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials investigating antimicrobial prophylaxis or metaphylaxis against naturally occurring bovine respiratory disease. **Pathogens and disease**, v. 75, n. 7, 2017.

BASOGLU, Abdullah et al. Plasma metabolomics in calves with acute bronchopneumonia. **Metabolomics**, v. 12, n. 8, p. 1-10, 2016.

BERRY, R. J. et al. Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection. **Canadian journal of animal science**, v. 83, n. 4, p. 687-693, 2003.

BUCZINSKI, S.; FORTÉ, G.; BÉLANGER, A. M. Ultrasonographic assessment of the thorax as a fast technique to assess pulmonary lesions in dairy calves with bovine respiratory disease. **Journal of dairy science**, v. 96, n. 7, p. 4523-4528, 2013.

BUCZINSKI, S. et al. Comparison of thoracic auscultation, clinical score, and ultrasonography as indicators of bovine respiratory disease in preweaned dairy calves. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 28, n. 1, p. 234-242, 2014.

BUCZINSKI, S.; MÉNARD, J.; TIMSIT, E. Incremental value (Bayesian framework) of thoracic ultrasonography over thoracic auscultation for diagnosis of bronchopneumonia in preweaned dairy calves. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 30, n. 4, p. 1396-1401, 2016.

BUCZINSKI, Sébastien; PARDON, Bart. Bovine respiratory disease diagnosis: What progress has been made in clinical diagnosis?. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 36, n. 2, p. 399-423, 2020.

BLAKEBROUGH-HALL, C. et al. Diagnosis of bovine respiratory disease in feedlot cattle using blood 1H NMR metabolomics. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2020.

CONFER, Anthony W. Update on bacterial pathogenesis in BRD. **Animal Health Research Reviews**, v. 10, n. 2, p. 145-148, 2009.

CORBEIL, Lynette B. Histophilus somni host–parasite relationships. **Animal Health Research Reviews**, v. 8, n. 2, p. 151-160, 2007.

DEDONDER, Keith D.; APLEY, Michael D. A review of the expected effects of antimicrobials in bovine respiratory disease treatment and control using outcomes from published randomized clinical trials with negative controls. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 31, n. 1, p. 97-111, 2015.

DUFF, Glenn C.; GALYEAN, Michael L. Board-invited review: recent advances in management of highly stressed, newly received feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 3, p. 823-840, 2007.

ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), EFSA (European Food Safety Authority) and EMA (European Medicines Agency). ECDC/EFSA/EMA first joint report on the integrated analysis of the consumption of antimicrobial agents and occurrence of antimicrobial resistance in bacteria from humans and food-producing animals. Stockholm/Parma/London: ECDC/EFSA/EMA. EFSA J 2015;13:4006, 114 pp.

EDDY, A. L.; VAN HOOGMOED, L. M.; SNYDER, J. R. The role of thermography in the management of equine lameness. **The veterinary journal**, v. 162, n. 3, p. 172-181, 2001.

EDWARDS, T. A. Control methods for bovine respiratory disease for feedlot cattle. **Veterinary clinics: Food animal practice**, v. 26, n. 2, p. 273-284, 2010.

ENJALBERT, F. et al. Ketone bodies in milk and blood of dairy cows: Relationship between concentrations and utilization for detection of subclinical ketosis. **Journal of dairy science**, v. 84, n. 3, p. 583-589, 2001.

FLÖCK, M. Diagnostic ultrasonography in cattle with thoracic disease. **The Veterinary Journal**, v. 167, n. 3, p. 272-280, 2004.

FULTON, Robert W. Host response to bovine viral diarrhea virus and interactions with infectious agents in the feedlot and breeding herd. **Biologicals**, v. 41, n. 1, p. 31-38, 2013.

GAGEA, Mihai I. et al. Diseases and pathogens associated with mortality in Ontario beef feedlots. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 18, n. 1, p. 18-28, 2006.

GARDNER, B. A. et al. Health of finishing steers: Effects on performance, carcass traits, and meat tenderness. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 12, p. 3168-3175, 1999.

GOLDANSAZ, Seyed Ali et al. Livestock metabolomics and the livestock metabolome: A systematic review. **PloS one**, v. 12, n. 5, p. e0177675, 2017.

GRIFFIN, Courtney M. et al. A randomized controlled trial to test the effect of on-arrival

vaccination and deworming on stocker cattle health and growth performance. **The bovine practitioner**, v. 52, n. 1, p. 26, 2018.

GROVES, John T. Details to attend to when managing high-risk cattle. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 36, n. 2, p. 445-460, 2020.

HAILEMARIAM, D. et al. Identification of predictive biomarkers of disease state in transition dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 5, p. 2680-2693, 2014.

HOVINEN, Mari et al. Udder health of dairy cows in automatic milking. 2009.

KARISA, B. K. et al. Plasma metabolites associated with residual feed intake and other productivity performance traits in beef cattle. **Livestock Science**, v. 165, p. 200-211, 2014.

KLEIBER, M. The fire of life, 179. 1975.

LEES, Peter; ALIABADI, Fariborz Shojaee. Rational dosing of antimicrobial drugs: animals versus humans. **International journal of antimicrobial agents**, v. 19, n. 4, p. 269-284, 2002.

MANG, A. V. et al. Evaluation of a computer-aided lung auscultation system for diagnosis of bovine respiratory disease in feedlot cattle. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 29, n. 4, p. 1112-1116, 2015.

MARTINS, Ronaldo Alves. Estudo da morbidade e mortalidade em confinamento de bovinos para terminação e seus impactos econômicos. 2016.

MAURER, Devin L. et al. Detection of volatile compounds emitted from nasal secretions and serum: Towards non-invasive identification of diseased cattle biomarkers. **Separations**, v. 5, n. 1, p. 18, 2018.

NICKELL, Jason S.; WHITE, Brad J. Metaphylactic antimicrobial therapy for bovine respiratory disease in stocker and feedlot cattle. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 26, n. 2, p. 285-301, 2010.

OLLIVETT, Theresa. **Understanding the diagnosis and risk factors for respiratory disease in dairy calves**. 2014. Tese de Doutorado. University of Guelph.

O'NEILL, R. et al. Patterns of detection of respiratory viruses in nasal swabs from calves in Ireland: a retrospective study. **Veterinary Record**, v. 175, n. 14, p. 351-351, 2014.

PORTILLO, Thomas A. Pen riding and evaluation of cattle in pens to identify compromised individuals. In: **American Association of Bovine Practitioners Proceedings of the Annual Conference**. 2014. p. 5-8.

POLAT, Bülent et al. Sensitivity and specificity of infrared thermography in detection of subclinical mastitis in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 8, p. 3525-3532, 2010.

RICE, J. A. et al. Mannheimia haemolytica and bovine respiratory disease. **Animal Health Research Reviews**, v. 8, n. 2, p. 117-128, 2007.

RICHESON, John T.; FALKNER, T. Robin. Bovine respiratory disease vaccination: what is the effect of timing?. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 36, n. 2, p. 473-485, 2020.

SCHAEFER, A. L. et al. The use of infrared thermography as an early indicator of bovine respiratory disease complex in calves. **Research in Veterinary Science**, v. 83, n. 3, p. 376-384, 2007.

SCHAEFER, A. L. et al. The non-invasive and automated detection of bovine respiratory disease onset in receiver calves using infrared thermography. **Research in veterinary science**, v. 93, n. 2, p. 928-935, 2012.

SMITH, Robert A.; STEP, Douglas L.; WOOLUMS, Amelia R. Bovine respiratory disease: Looking back and looking forward, what do we see?. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 36, n. 2, p. 239-251, 2020.

SNYDER, Emily; CREDILLE, Brent. Mannheimia haemolytica and Pasteurella multocida in bovine respiratory disease: how are they changing in response to efforts to control them?. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 36, n. 2, p. 253-268, 2020.

STREETER, Robert N.; STEP, D. L. Diagnostic ultrasonography in ruminants. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 23, n. 3, p. 541-574, 2007.

TAYLOR, Jared D. et al. The epidemiology of bovine respiratory disease: what is the evidence for preventive measures?. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 51, n. 12, p. 1351, 2010.

THOMPSON, G.B.; O'MARY, C.C. The feedlot. Third edition. Philadelphia, Lea e Febiger, 1983. 306p.

TIMSIT, Edouard et al. Visually undetected fever episodes in newly received beef bulls at a fattening operation: occurrence, duration, and impact on performance. **Journal of animal science**, v. 89, n. 12, p. 4272-4280, 2011.

TIMSIT, Edouard et al. Early detection of bovine respiratory disease in young bulls using reticulo-rumen temperature boluses. **The Veterinary Journal**, v. 190, n. 1, p. 136-142, 2011.

URBAN-CHMIEL, R. et al. Prevention and control of bovine respiratory disease. **Journal of Livestock Science**, v. 3, n. 1, p. 27-36, 2012.

USDA NIFA. Precision, geospatial & sensor technologies programs. Disponível em: <https://nifa.usda.gov/program/precision-geospatial-sensor-technologies-programs>. Acessado em 28/09/2022.

USDA NIFA. Precision agriculture in animal production. Disponível em: <https://nifa.usda.gov/precision-agriculture-animal-production> Acessado em 28/09/2022.

WEARY, D. M.; HUZZEY, J. M.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. Board-invited review: Using behavior to predict and identify ill health in animals. **Journal of animal science**, v. 87, n. 2, p. 770-777, 2009.

WELSH, Ronald D. et al. Isolation and antimicrobial susceptibilities of bacterial pathogens

from bovine pneumonia: 1994–2002. **Journal of veterinary diagnostic investigation**, v. 16, n. 5, p. 426-431, 2004.

WHITE, Brad J.; GOEHL, Dan R.; AMRINE, David E. Comparison of a Remote Early Disease Identification (REDI) System to Visual Observations to Identify Cattle with Bovine Respiratory Diseases. **International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine**, v. 13, n. 1, 2015.

WHITE, Brad J.; RENTER, David G. Bayesian estimation of the performance of using clinical observations and harvest lung lesions for diagnosing bovine respiratory disease in post-weaned beef calves. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 21, n. 4, p. 446-453, 2009.

WOLFGER, Barbara et al. A systematic review of bovine respiratory disease diagnosis focused on diagnostic confirmation, early detection, and prediction of unfavorable outcomes in feedlot cattle. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 31, n. 3, p. 351-365, 2015.