

UNIVERSIDADE DE LISBOA

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

U LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



COMPARAÇÃO DE DIAGNÓSTICO DE DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA POR
ULTRASSONOGRAFIA E POR AVALIAÇÃO CLÍNICA ABREVIADA

FRANCISCO DE MATOS RIGUEIRA COELHO TEIXEIRA

ORIENTADOR:

Doutor José Ricardo Dias Bexiga

2024

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

U LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



COMPARAÇÃO DE DIAGNÓSTICO DE DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA POR
ULTRASSONOGRAFIA E POR AVALIAÇÃO CLÍNICA ABREVIADA

FRANCISCO DE MATOS RIGUEIRA COELHO TEIXEIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE MEDICINA VETERINÁRIA

JÚRI

PRESIDENTE:

Doutor Fernando Jorge Silvano Boinas

VOGAIS:

Doutor George Thomas Stilwell

Doutor José Ricardo Dias Bexiga

ORIENTADOR:

Doutor José Ricardo Dias Bexiga

2024

DECLARAÇÃO RELATIVA ÀS CONDIÇÕES DE REPRODUÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Nome: Francisco de Matos Rigueira Coelho Teixeira

Título da Tese ou Dissertação: Comparação de diagnóstico de doença respiratória bovina por ultrassonografia e por avaliação clínica abreviada.

Ano de conclusão (indicar o da data da realização das provas públicas): 2024

Designação do curso de Mestrado: Medicina Veterinária

Área científica em que melhor se enquadra (assinale uma):

- Clínica Produção Animal e Segurança Alimentar
 Morfologia e Função Sanidade Animal

Declaro sobre compromisso de honra que a tese ou dissertação agora entregue corresponde à que foi aprovada pelo júri constituído pela Faculdade de Medicina Veterinária da ULISBOA.

Declaro que concedo à Faculdade de Medicina Veterinária e aos seus agentes uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, nomeadamente através do seu repositório institucional, nas condições abaixo indicadas, a minha tese ou dissertação, no todo ou em parte, em suporte digital.

Declaro que autorizo a Faculdade de Medicina Veterinária a arquivar mais de uma cópia da tese ou dissertação e a, sem alterar o seu conteúdo, converter o documento entregue, para qualquer formato de ficheiro, meio ou suporte, para efeitos de preservação e acesso.

Retenho todos os direitos de autor relativos à tese ou dissertação, e o direito de a usar em trabalhos futuros (como artigos ou livros).

Concordo que a minha tese ou dissertação seja colocada no repositório da Faculdade de Medicina Veterinária com o seguinte estatuto (assinale um):

- Disponibilização imediata do conjunto do trabalho para acesso mundial;
- Disponibilização do conjunto do trabalho para acesso exclusivo na Faculdade de Medicina Veterinária durante o período de 6 meses, 12 meses, sendo que após o tempo assinalado autorizo o acesso mundial*;

* Indique o motivo do embargo (OBRIGATÓRIO)

Nos exemplares das dissertações de mestrado ou teses de doutoramento entregues para a prestação de provas na Universidade e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito na Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa deve constar uma das seguintes declarações (incluir apenas uma das três):

- É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
- É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE/TRABALHO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.) APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
- DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.) NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO.

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, 16 de janeiro de 2024

(indicar aqui a data da realização das provas públicas)

Assinatura: Francisco Teixeira

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Ricardo Bexiga por ter aceitado orientar esta dissertação, pela sua disponibilidade, pela sua dedicação e contribuição para a elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Gonçalo Pereira pela valiosa ajuda para a elaboração desta dissertação.

A toda a equipa da Vet+, pela transmissão de conhecimentos teóricos e práticos, por toda a exigência, rigor e boa disposição durante o período de estágio.

Ao Dr. Luís Lagoa, pela sua disponibilidade e por toda a ajuda prestada para a colheita dos dados para a realização desta dissertação.

À minha família, por ser um pilar na minha vida, por me ajudar em todos os momentos do meu percurso académico, nos bons e maus momentos.

A todos os meus colegas dos Açores, pelo percurso que traçamos juntos e por todas as histórias que levo comigo.

Aos meus colegas, Beatriz, Gustavo e João, por trazerem alegria, boa vontade e uma palavra sábia.

À Eduarda, por toda a paciência, motivação, companhia e por tudo aquilo que passamos juntos.

A todos os restantes colegas e amigos da vida académica por tornarem este percurso mais fácil.

COMPARAÇÃO DE DIAGNÓSTICO DE DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA POR ULTRASSONOGRAFIA E POR AVALIAÇÃO CLÍNICA ABREVIADA

Resumo

A doença respiratória bovina é uma doença frequente em vitelos leiteiros. O seu diagnóstico é desafiante pela falta de um teste de diagnóstico de referência e pela baixa sensibilidade da utilização dos sinais clínicos para estabelecer um diagnóstico. O principal objetivo do presente estudo foi avaliar a relação entre a ultrassonografia torácica e a avaliação clínica abreviada, utilizando sistemas de pontuação clínicos, para o diagnóstico da doença respiratória bovina em vitelos leiteiros. Como objetivos secundários, pretendeu-se comparar o desempenho de dois sistemas de pontuação clínicos para classificar ecograficamente um vitelo como positivo ou negativo para a doença respiratória bovina, avaliar a mortalidade após o exame ecográfico e inferir sobre a prevalência da doença clínica e subclínica. Para o presente estudo foram avaliados 58 vitelos leiteiros, com idades entre 1 e 95 dias, pertencentes a 3 explorações leiteiras distintas. Todos os animais foram submetidos a uma avaliação clínica respiratória, sustentada na utilização de sistemas de pontuação, e a uma ultrassonografia torácica. Foram acompanhados 43 vitelos no período de 31 dias após o exame ultrassonográfico. As correlações aplicadas no presente estudo mostraram que, para os vitelos incluídos no estudo, os sistemas de pontuação clínicos não se correlacionaram com os sistemas de pontuação ecográficos. Utilizando um sistema de pontuação ecográfico como teste de referência, o sistema de pontuação clínico de Wisconsin apresentou 30% de sensibilidade e 100% de especificidade para o melhor valor de *cut-off* (5) e o sistema de pontuação de Califórnia apresentou 40% de sensibilidade e 100% de especificidade para o melhor valor de *cut-off* (6). O sistema de pontuação clínico de Califórnia mostrou ter um desempenho ligeiramente superior ao sistema de pontuação clínico de Wisconsin, apesar de ambos terem obtido um desempenho particularmente baixo na população do presente estudo. Para a amostra de 43 vitelos avaliados, ter sido classificado como positivo à ecografia aumentou o risco de mortalidade num período de 31 dias em 2,1 vezes. Foi observado que a prevalência de vitelos com pneumonia subclínica foi aproximadamente o dobro dos vitelos com pneumonia clínica, indicando que a presença da doença ocorreu predominantemente numa fase subclínica. A ultrassonografia torácica mostrou ser um método útil, prático e de fácil aprendizagem para o diagnóstico da doença respiratória bovina e na identificação de achados ecográficos como lesões de consolidação pulmonar, abscessos pulmonares e derrames pleurais. A utilização conjunta da ultrassonografia torácica e da avaliação clínica abreviada, utilizando sistemas de pontuação clínicos respiratórios, permitiu inferir sobre a prevalência da doença clínica e subclínica dos vitelos incluídos no estudo.

Palavras-chave: doença respiratória bovina; ultrassonografia; sistema de pontuação; bovino.

COMPARISON OF BOVINE RESPIRATORY DISEASE DIAGNOSIS BY ULTRASONOGRAPHY AND ABBREVIATED CLINICAL ASSESSMENT

Abstract

Bovine respiratory disease is a common disease in dairy calves. Its diagnosis is challenging due to the lack of a reference diagnostic test and due to the low sensitivity of using clinical signs to establish a diagnosis. The main objective of this study was to evaluate the relationship between thoracic ultrasound and abbreviated clinical assessment, using clinical scoring systems, for diagnosing bovine respiratory disease in dairy calves. As secondary objectives, it was aimed to compare the performance of two clinical scoring systems to classify ultrasonographically calves as positive or negative for bovine respiratory disease, to evaluate the mortality after ultrasound examination, and to infer the prevalence of subclinical and clinical disease. In the present study, 58 dairy calves, aged between 1 and 95 days, from 3 different dairy farms were evaluated. All animals underwent respiratory clinical assessment, using scoring systems, and a thoracic ultrasound. Forty-three calves were followed for 31 days after the ultrasound examination. Correlations applied to this study revealed that, for the included calves, clinical scoring systems did not correlate well with ultrasound scoring systems. Using an ultrasound scoring system as a reference test, the Wisconsin clinical scoring system showed 30% sensitivity and 100% specificity for the best cut-off value (5), and the California scoring system showed 40% sensitivity and 100% specificity for the best cut-off value (6). The California clinical scoring system demonstrated slightly better performance than the Wisconsin system, although both showed particularly low performance in this study's population. For the sample of 43 evaluated calves, being classified as positive on ultrasound increased the risk of mortality by 2.1 times within 31 days. It was observed that the prevalence of calves with subclinical pneumonia was approximately twice that of calves with clinical pneumonia, indicating that the disease predominantly occurred in a subclinical phase. Thoracic ultrasound proved to be a useful, practical, and easily learnable method for diagnosing bovine respiratory disease and for the identification of ultrasound findings such as lung consolidation lesions, lung abscesses, and pleural effusions. The combined use of thoracic ultrasound and abbreviated clinical assessment, employing respiratory clinical scoring systems, allowed inferences about the prevalence of clinical and subclinical disease in the included calves.

Keywords: bovine respiratory disease; ultrasound; scoring system; cattle.

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo	iv
<i>Abstract</i>	v
Lista de Figuras	viii
Lista de Gráficos	ix
Lista de Tabelas	x
Lista de Abreviaturas e Símbolos	xi
I. Introdução	1
II. Relatório de estágio	2
III. Revisão Bibliográfica	4
1. Anatomofisiologia Pulmonar	4
2. Doença respiratória bovina	5
2.1. Etiologia e fisiopatologia	5
2.2. Epidemiologia	6
2.3. Fatores de risco	7
2.4. Impacto económico	7
2.5. Impacto na <i>performance</i>	8
2.6. Diagnóstico	9
2.6.1. Sinais clínicos	9
2.6.2. Métodos de diagnóstico	11
2.6.2.1. Sistemas de pontuação clínica	11
2.6.2.2. Diagnóstico por imagem	15
2.6.2.2.1. Radiologia	15
2.6.2.2.2. Ultrassonografia	15
i. Importância na clínica de bovinos	15
ii. Fundamentos gerais	16
iii. Princípios gerais da técnica ecográfica	19
iv. Interpretação de imagens ecográficas	21
v. Sistema de pontuação ecográfico	23
2.6.2.3 Necropsia	23
2.7 Terapêutica	24

2.8	Prognóstico	25
IV.	Comparação de diagnóstico de doença respiratória bovina por ultrassonografia e por avaliação clínica abreviada	26
1.	Objetivos	26
2.	Material e Métodos	26
2.1.	Dados das explorações	26
2.2.	Dimensão da amostra	26
2.3.	Recolha de dados	26
2.4.	Identificação	27
2.5.	Avaliação clínica respiratória	27
2.5.1.	Sistema de pontuação clínica	27
2.5.2.	Auscultação torácica	28
2.6.	Ultrassonografia torácica	28
2.7.	Tratamento dos animais incluídos no estudo	30
2.8.	Acompanhamento clínico	30
2.9.	Tratamento dos dados	30
2.10.	Análise estatística	32
3.	Resultados	33
4.	Discussão	44
5.	Conclusão	50
6.	Referências Bibliográficas	51
7.	Anexos	60

Lista de Figuras

Figura 1 – Sistema de pontuação clínico de Wisconsin (SPCW) (adaptado do site https://www.vetmed.wisc.edu/fapm/wpcontent/uploads/2020/01/calf_respiratory_scoring_chart.pdf).	12
Figura 2 – Sistema de pontuação clínico da Califórnia (SPCC) (adaptado do site https://www.vmtc.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk5141/files/local_resources/pdfs/RD_ANR_Brochure_Nov%202016%20FINAL.PDF)	13
Figura 3 – Imagens ecográficas de artefactos de interação do ultrassom com os tecidos. Imagens originais.	18
Figura 4 – Protocolo utilizado para cada animal do estudo. Imagem original.	27
Figura 5 – Imagem ecográfica de alveograma de fluido superficial. Imagem original.	34
Figura 6 (A, B e C) – Imagens ecográficas de áreas anecogénicas (setas brancas) com cápsula definida, sugestivas de abscessos. Imagens originais.	34
Figura 7 – Imagens ecográficas do 4º espaço intercostal (EIC) esquerdo de um vitelo com separação da linha pleural e consolidação pulmonar (A e B) e respetiva esquematização (A1 e B1). Imagens originais.	34
Figura 8 – Imagem ecográfica de área de consolidação pulmonar com artefacto de cauda de cometa distal associado (C). Imagem original.	36
Figura 9 – Imagem ecográfica de duas áreas consolidação na superfície pulmonar com artefactos de cauda de cometa distais associados (C). Imagem original.	36

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Número de vitelos em função dos achados ecográficos.	34
Gráfico 2 – Curva ROC e respetiva AUC do sistema de pontuação clínica de Califórnia (SPCC) em relação ao teste de referência, o sistema de pontuação ecográfico prático (SPEP).	40
Gráfico 3 – Curva ROC e respetiva AUC do sistema de pontuação clínica de Wisconsin (SPCW) em relação ao teste de referência, o sistema de pontuação ecográfico prático (SPEP).	40
Gráfico 4 – Curva de <i>Kaplan-Meier</i> dos 43 vitelos acompanhados no período de 31 dias após a ecografia, classificados segundo o sistema de pontuação ecográfico prático (SPEP).	42
Gráfico 5 - (A e B) – Perfil da doença respiratória dos vitelos incluídos no estudo, segundo a classificação de Ollivett and Buczinski (2016). (C)- Perfil típico da doença respiratória descrito no estudo de Ollivett and Buczinski (2016).	43

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Ecógrafos utilizados no estudo para cada exploração.	28
Tabela 2 – Referências anatômicas para o pulmão direito durante o exame ultrassonográfico. Adaptado de Ollivett et al. (2015).	29
Tabela 3 – Referências anatômicas para o pulmão esquerdo durante o exame ultrassonográfico. Adaptado de Ollivett et al. (2015).	29
Tabela 4 – Sistemas de pontuação ecográficos utilizados no estudo, o sistema de pontuação ecográfico (SPE) e o sistema de pontuação ecográfico prático (SPEP).	31
Tabela 5 – Testes de normalidade de <i>Kolmogorov-Smirnov</i> e <i>Shapiro-Wilk</i> .	37
Tabela 6 - Classificação da força de correlação utilizada para o presente estudo	37
Tabela 7 –Teste de correlação de Pearson para variáveis binárias.	38
Tabela 8 – Coeficiente de correlação de Spearman para variáveis ordinais.	39
Tabela 9 – Classificação do valor de AUC utilizada para o presente estudo.	40
Tabela 10 – Índice de <i>Youden</i> para os diferentes <i>cut-offs</i> do sistema de pontuação clínica de Califórnia (SPCC).	41
Tabela 11 – Índice de <i>Youden</i> para os diferentes <i>cut-offs</i> do sistema de pontuação clínica de Wisconsin (SPCW).	41
Tabela 12 – <i>Log Rank Test</i> dos 43 vitelos acompanhados no período de 31 dias após a ecografia, classificados segundo o sistema de pontuação ecográfico prático (SPEP).	42
Tabela 13 – <i>Cox Proportional Hazards Model</i> (CPHM) e <i>Hazard ratio</i> dos 43 vitelos acompanhados, durante o período de 31 dias após a ecografia, classificados segundo o sistema de pontuação ecográfico prático (SPEP).	42
Tabela 14 – Vitelos positivos/negativos com base nos diferentes sistemas de pontuação e critérios.	43

Lista de Abreviaturas e Símbolos

%	Percentagem
°C	Graus celsius
º	Indicador ordinal
>	Maior
<	Menor
≥	Maior ou igual
≤	Menor ou igual
+	Mais
-	Menos
=	Igual
p	Valor de p
kg	Quilograma
cm	Centímetros
mL	Mililitros
AINES	Anti-inflamatório não esteróide
AUC	<i>Area Under the Curve</i>
BCV	Coronavírus bovino
BHV-1	Herpesvírus-1 Bovino
BRSV	Virus Respiratório Sincicial Bovino
BVD	Diarreia Viral Bovina
CO	Consolidação pulmonar
CPHM	<i>Cox Proportional Hazards Model</i>
DF	<i>Degrees of freedom</i>
DRB	Doença Respiratória Bovina
EIC	Espaço intercostal
EIC-D	Espaço intercostal direito
EIC-E	Espaço intercostal esquerdo
ESP	Especificidade
1-ESP	1-Especificidade
FNEG	Falsos negativos
FMV-UL	Faculdade de Medicina Veterinária- Universidade de Lisboa
FPOS	Falsos positivos

GMD	Ganho médio diário
ITRS	Infeção do trato respiratório superior
J	Índice de <i>Youden</i>
JCC	Junção costochondral
MHz	Mega Hertz
MIMV	Mestrado Integrado em Medicina Veterinária
NEG	Negativo
PI ₃	Parainfluenza 3 bovino
POS	Positivo
PROB	Probabilidade
PRT	Pontuação respiratória total
RAV	Referências anatómicas ventrais
ROC	<i>Receiver Operating Characteristics</i>
rpm	respirações por minuto
SAS	<i>Statistical Analysis System</i>
SENSIB	Sensibilidade
SP	Separação da linha pleural
SPCC	Sistema de Pontuação Clínica da Califórnia
SPCW	Sistema de Pontuação Clínica de Wisconsin
SPCW2p	Sistema de Pontuação Clínica de Wisconsin (positivo quando 2 parâmetros clínicos ≥ 2)
SPCW4	Sistema de Pontuação Clínica de Wisconsin (positivo quando $PRT \geq 4$)
SPCW5	Sistema de Pontuação Clínica de Wisconsin (positivo quando $PRT \geq 5$)
SPE	Sistema de Pontuação Ecográfico
SPEP	Sistema de Pontuação Ecográfico Prático
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>

I. Introdução

A presente dissertação surge no âmbito do plano de estudos do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa (MIMV, FMV-UL), para obtenção do grau de Mestre em Medicina Veterinária. O estudo que originou esta dissertação tem como tema “Comparação de diagnóstico de doença respiratória bovina por ultrassonografia e por avaliação clínica abreviada”, orientado pelo Professor Doutor José Ricardo Dias Bexiga.

O estudo propõe comparar o diagnóstico da doença respiratória bovina realizado por meio da ultrassonografia torácica com o diagnóstico realizado recorrendo à avaliação clínica abreviada, através da utilização de sistemas de pontuação clínicos.

A redação deste documento inicia-se com a apresentação das atividades desenvolvidas durante o período de estágio, sob a forma de um relatório. Neste, é detalhado o nível de envolvimento do autor nas atividades clínicas, bem como o tipo de casos clínicos acompanhados.

Segue-se um enquadramento teórico sucinto que serve como base para o estudo desenvolvido, transmitindo o conhecimento atualmente disponível sobre o tema.

Posteriormente, será abordada a metodologia utilizada para o estudo, bem como a apresentação dos seus resultados e a discussão dos mesmos.

Por fim, será realizada a conclusão do estudo, apontado os principais resultados, as análises mais importantes e as principais implicações práticas.

O autor espera com este estudo consciencializar o Médico Veterinário e todos os intervenientes na prática clínica de bovinos sobre a importância da utilização da ultrassonografia torácica no diagnóstico, tratamento e prognóstico da doença respiratória bovina. Consequentemente, a ultrassonografia torácica é percebida como uma ferramenta crucial a ser considerada na avaliação custo-benefício da doença. Além disso, o autor espera promover iniciativas e estudos futuros relacionados a este tema.

II. Relatório de estágio

No âmbito do 6º ano do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa (FMV-ULisboa), foram realizados dois estágios curriculares.

O primeiro estágio realizou-se na empresa Vet+, situada em Montemor-o-Novo, Évora, no período de 11 de setembro de 2022 a 12 de dezembro de 2022, totalizando aproximadamente 750 horas. A empresa presta serviços médico-veterinários em diversas áreas, incluindo a sanidade animal e a clínica, reprodução e cirurgia de ruminantes e de pequenos animais. A maior parte dos serviços é realizada em explorações localizadas no Alto Alentejo. Durante este período, foi possível acompanhar a equipa de Médicos Veterinários em visitas a explorações, maioritariamente de bovinos aleitantes e ovinos, e ainda nas atividades relacionadas com a clínica e cirurgia de animais de companhia, principalmente canídeos e felídeos.

Na área da clínica de ruminantes, foi possível participar na execução de exames físicos e na discussão e execução do diagnóstico e planos de tratamento. As doenças mais frequentemente observadas foram a diarreia neonatal, a pneumonia e a queratoconjuntivite infecciosa bovina.

Na área da reprodução, foi possível observar a realização de diagnósticos de gestação em ovinos e bovinos. Este diagnóstico realizou-se por meio da ultrassonografia transabdominal em ovinos, e na palpação retal seguida da ecografia transretal, em bovinos. Adicionalmente, foi prestada assistência na realização de exames andrológicos em touros reprodutores.

Na área da cirurgia foi possível observar e auxiliar em cirurgias, como na resolução de prolapsos vaginais e uterinos, orquiectomias e no tratamento de feridas e abscessos.

Na área da sanidade animal, os serviços concentraram-se principalmente no controlo e erradicação da tuberculose e brucelose bovina, através da prova da intradermotuberculização comparada e da recolha de amostras de sangue, respetivamente. Geralmente, este tipo de serviços foi acompanhado da desparasitação e vacinação do efetivo. Para a desparasitação, a associação da ivermectina e clorsulon foi o mais utilizado e a vacinação do efetivo foi realizada, principalmente, para a prevenção contra a clostridiose, a rinotraqueíte infecciosa bovina e a diarreia viral bovina.

Relativamente à clínica e cirurgia de animais de companhia, foi possível auxiliar tanto na preparação pré-cirúrgica dos animais, como na cirurgia propriamente dita, como ajudante e circulante. Auxiliou-se também o anestesista, na indução e monitorização anestésicas, e no acompanhamento dos animais em internamento. Auxiliou-se na realização de consultas, na colheita da anamnese e exame físico, na discussão de diagnósticos diferenciais, propostas de exames complementares a realizar e planos terapêuticos.

O segundo estágio realizou-se na empresa Sá Guerreiro Vet Lda., no período de 2 de janeiro de 2023 a 24 de março de 2023, perfazendo o total de cerca de 600 horas. A empresa presta serviços médico-veterinários nas áreas de clínica de ruminantes, reprodução, cirurgia e sanidade animal, em explorações localizadas nas regiões da Península de Setúbal, Alentejo e Ribatejo. Durante este período, a espécie bovina foi a espécie com maior casuística, seguida da espécie ovina e caprina.

À semelhança do estágio extracurricular, no decorrer do estágio curricular foi dada a oportunidade de auxiliar em saneamentos e em testes de pré-movimentação de bovinos, inseridos nos programas oficiais de controlo e erradicação da tuberculose e brucelose bovina.

No que respeita ao trabalho clínico, realizou-se o acompanhamento de consultas, participando na discussão sobre planos terapêuticos e diagnósticos diferenciais. Além disso, observou-se a realização de atos cirúrgicos, tais como, cesarianas, orquiectomias, piloropexia em deslocamentos do abomaso à esquerda e drenagem de abscessos. Por fim, no âmbito da reprodução, observou-se a realização de diagnósticos de gestação em bovinos, através da palpação e ecografia transretal, e de partos distócicos nas espécies bovina, caprina e ovina.

III. Revisão bibliográfica

1. Anatomofisiologia pulmonar

O aparelho respiratório dos mamíferos pode ser dividido, em função da estrutura e função, em duas porções: a porção condutora e a porção respiratória. A porção condutora é formada pelas fossas nasais, nasofaringe, laringe, traqueia, brônquios e bronquíolos, e tem como principais funções a condução, humidificação, aquecimento e purificação do ar inspirado protegendo contra a inalação de poeiras, gases tóxicos e agentes infecciosos. Já a porção respiratória é formada pelos bronquíolos, ductos alveolares e alvéolos, onde ocorrem as trocas gasosas entre o sangue e o ar (Junqueira and Carneiro 2017).

A respiração é o mecanismo que ocorre através de ações musculares coordenadas que permitem a expansão e a diminuição do volume da cavidade torácica. O diafragma é um músculo, em forma de cúpula, que separa a cavidade torácica da cavidade abdominal. A sua contração provoca um aumento do volume da cavidade torácica. Os músculos intercostais, localizando-se nos espaços intercostais, estão divididos em músculos intercostais externos ou internos. Os intercostais externos contraem e elevam as costelas, aumentando o volume da cavidade torácica. Já os músculos intercostais internos atuam passivamente na expiração forçada, conjuntamente com os músculos abdominais, forçando a saída do ar dos pulmões (Aspinall and O'Reilly 2004).

Os pulmões são órgãos respiratórios, pares, direito e esquerdo, que ocupam grande parte do espaço da cavidade torácica. Cada pulmão encontra-se invaginado no saco pleural ipsilateral e movimenta-se livremente neste. Na espécie bovina, o pulmão direito é maior do que o pulmão esquerdo (numa proporção de 3:2) (Dyce et al. 2010) e está subdividido por fissuras interlobares em quatro lobos: o lobo cranial (apical), o lobo médio (cardíaco), o lobo caudal (diafragmático) e o lobo acessório (intermediário). O lobo cranial estende-se até à esquerda do plano mediano, ventralmente à traqueia e aos grandes vasos craniais ao coração. Está subdividido, através de septos interlobulares, numa porção cranial e caudal. O lobo médio tem uma face craniomedial relacionada com o coração. O lobo acessório tem formato piramidal e o ápice encontra-se direcionado no sentido do hilo. O lobo caudal, o maior dos lobos, está localizado numa posição caudal. Na sua face medial, caudalmente ao hilo, insere-se o lobo acessório. O pulmão esquerdo está dividido, por uma fissura interlobar, em dois lobos: o lobo cranial (apical) e um lobo caudal (diafragmático). O lobo cranial possui uma parte menor direcionada cranialmente, e uma parte maior direcionada ventralmente.

Nos bovinos, o tecido conjuntivo interlobular é bem desenvolvido e forma septos completos entre os lóbulos, motivo pelo qual toda a face do pulmão se apresenta mapeada por lóbulos (Sisson et al. 2000).

A pleura é a serosa que envolve o pulmão e é constituída por dois folhetos, o parietal e o visceral, contínuos na região do hilo do pulmão. Dada a diferença marcada no tamanho dos dois pulmões, o saco pleural direito é consideravelmente maior do que o esquerdo (Sisson et al. 2000). Num animal saudável, a cavidade pleural é virtual e contém apenas uma pequena quantidade de líquido, que age como lubrificante. Estas características permitem o deslizamento suave entre os dois folhetos e impedem o atrito entre estes. A pleura é uma estrutura de grande permeabilidade, o que justifica a acumulação frequente de líquido entre os folhetos pleurais (Junqueira and Carneiro 2017).

Entre as espécies de mamíferos, os pulmões diferem na sua subdivisão em lóbulos por tecido conjuntivo. Por exemplo, nos pulmões da espécie bovina, a separação em lóbulos é completa, ao contrário da espécie canina e felina, cujos pulmões não têm separação. A presença de septos de tecido conjuntivo impossibilita a ventilação colateral, isto é, a passagem de ar entre lóbulos adjacentes, impedindo que o ar chegue a um alvéolo cujo brônquio se encontra obstruído. Por isso, as deficientes trocas gasosas, que resultam da obstrução das vias respiratórias, assumem maior relevância nas espécies cuja ventilação colateral é nula, como é o caso da espécie bovina (Klein 2013). A elevada quantidade de tecido conjuntivo e a lobulação marcada diminuem a *compliance* pulmonar e aumentam a resistência do tecido pulmonar. É desta forma que a frequência respiratória dos bovinos é elevada comparativamente a outras espécies, facilitando o transporte de aerossóis. Para além disso, os processos inflamatórios estão muitas vezes limitados por tecido conjuntivo, dificultando a sua recuperação (Prohl et al. 2014). Por fim, em situações de elevada atividade metabólica, os bovinos têm uma menor capacidade de realizar trocas gasosas e o oxigénio alveolar é menor, retardando a atividade dos macrófagos alveolares (Guterbock 2014).

2. Doença respiratória bovina

2.1. Etiologia e fisiopatologia

A doença respiratória bovina (DRB) é uma doença multifatorial em que a combinação de fatores como o hospedeiro, o agente infeccioso e o ambiente contribuem para a infeção das vias respiratórias inferiores por agentes bacterianos e virais (Ollivett 2014). De facto, a apresentação mais comum e mais documentada desta doença, também denominada de complexo ou síndrome respiratória, é a de uma infeção viral primária seguida de uma infeção bacteriana secundária (Gaudino et al. 2022), apesar de existirem evidências científicas de que a infeção viral primária pode, por si só, causar sinais clínicos moderados compatíveis com doença respiratória bovina (Grisset et al. 2015).

Os principais agentes virais são o vírus respiratório sincicial bovino (BRSV), o herpes vírus bovino (BHV-1), o vírus da parainfluenza 3 bovino (PI₃), o vírus da diarreia viral bovina

(BVD) e o coronavírus (BCV). Embora existam particularidades entre o modo de infecção dos vírus (Kirchhoff et al. 2014), geralmente, a infecção viral do trato respiratório causa a destruição do epitélio respiratório e uma disfuncionalidade do sistema mucociliar, facilitando a infecção secundária por bactérias comensais da nasofaringe (Ollivett 2014). A maioria destas bactérias é capaz de produzir fatores de virulência que permitem a invasão, colonização e lesão do trato respiratório e que são responsáveis pela inflamação e pelo desenvolvimento de broncopneumonia (Griffin et al. 2010). Os principais agentes bacterianos são *Pasteurella multocida*, *Mannheimia haemolytica*, *Mycoplasma bovis*, *Trueperella pyogenes* e *Histophilus somni* (Ollivett 2014).

2.2 Epidemiologia

A doença respiratória bovina é mais frequente em explorações de engorda intensiva, cuja prevalência em sistemas de engorda pode variar, consoante os estudos, entre os 4% e os 80% (Padalino et al. 2021). Timsit et al. (2016) referem uma prevalência de 21,2%, em bovinos de engorda com peso inferior a 318kg, e de 8,8% em bovinos de engorda com peso superior a 318kg.

Paralelamente, a DRB é causa de 30% da mortalidade dos vitelos leiteiros (Gardner et al. 1990; Chigerwe et al. 2015) e é uma das principais causas de morbilidade em vitelos leiteiros no pré desmame (USDA 2012). A prevalência desta doença pode chegar aos 30% (Ollivett 2014), variando entre os estudos. A título de exemplo, Dubrovsky et al. (2019) relata uma prevalência de 22,8% em vitelos no pré desmame. A incidência também varia entre os estudos, Gulliksen et al. (2009) obteve uma incidência de 2,5% em vitelos até aos 180 dias de idade e Windeyer et al. (2014) uma incidência de 22% em vitelos com idade inferior a 90 dias.

Relativamente ao agente etiológico envolvido em vitelos leiteiros com doença respiratória, Saegerman et al. (2021) identificou o coronavírus e o vírus respiratório sincicial bovino como os agentes virais mais frequentes, em 25,2% e 13,9%, respetivamente, e *P. multocida* e *M. haemolytica* como os agentes bacterianos mais frequentes (51% e 30%, respetivamente). Outro estudo realizado em vacarias leiteiras no sudoeste da Polónia, refere os mesmos agentes bacterianos como os mais frequentes em vitelos com doença respiratória, isolando o agente *P. multocida* em 87.84% dos casos e *M. haemolytica* em 44.59% dos casos e registando uma coinfeção por estes agentes em 14,08% dos vitelos (Lachowicz-Wolak et al. 2022). O agente viral mais frequente foi o coronavírus, em 32,43% dos casos (Lachowicz-Wolak et al. 2022). As prevalências podem variar consoante a região geográfica e as condições de manejo de cada exploração (Pardon et al. 2011).

2.3 Fatores de risco

Existem diversos fatores de risco que aumentam a suscetibilidade do hospedeiro a desenvolver DRB.

Fatores ambientais, como a sobredensidade, favorece a proximidade física entre os animais e promove a transmissão (Gulliksen et al. 2009). As condições de ventilação inadequadas impossibilitam a remoção de microrganismos e da humidade do ar, assim como, ambientes ricos em amoníaco, grandes oscilações de temperatura e a exposição a temperaturas e humidades extremas são fatores que afetam a remoção de bactérias inaladas, aumentando o risco de infeção (Lillie 1974; Lago et al. 2006).

Fatores de stress, causam imunossupressão no hospedeiro, e incluem o transporte, o desmame e história de outras doenças, como a diarreia neonatal (Taylor et al. 2010). Khan et al. (2011) referem ainda que carências alimentares, como a ingestão de pequenas quantidades de leite, suprimem a função do sistema imunitário. A associação entre a transferência de imunidade passiva e o risco de desenvolver doença respiratória ainda não é consensual (Ollivett 2014). Virtala et al. (1999) mencionam que níveis baixos de imunoglobulinas G, após ingestão de colostro, são um fator de risco para o desenvolvimento de pneumonia, enquanto, Sivula et al. (1996) não encontraram diferenças significativas na mortalidade e morbidade entre os vitelos que receberam transferência de imunidade passiva adequada e os que não receberam. Ao comparar estes resultados, é importante considerar as diferenças na metodologia utilizada, bem como possíveis limitações relacionadas com amostragens pequenas e diferenças nas idades entre amostras, que podem justificar a diferença dos resultados entre os estudos (Ollivett 2014).

2.4 Impacto económico

A DRB constitui um grave problema a nível mundial. No setor da carne, estima-se uma perda anual de 1 mil milhão de dólares e, associando aos custos de prevenção e tratamento da doença, pode chegar aos 3 mil milhões de dólares nos Estados Unidos (Griffin 1997; Snowden et al. 2007). No setor do leite, esta doença é responsável por perdas económicas substanciais nas vacarias e na indústria leiteira (Delabouglise et al. 2017).

O custo imediato da DRB em vitelos está associado aos custos de tratamento e aos efeitos negativos na saúde, contribuindo para o aumento da mortalidade e o refugo (Buczinski et al. 2021). Dubrovsky et al. (2020) referem, apenas para o tratamento da doença, um custo de 42,15 dólares por vitelo (incluindo o uso de medicamentos anti-inflamatórios e de casos recorrentes de DRB).

Apesar de serem escassos os dados publicados sobre os efeitos da doença a curto e a longo prazo na *performance* e saúde dos vitelos (van der Fels-Klerx et al. 2001), estas

estimativas são cruciais para análises de custo-benefício e decidir quais as medidas preventivas que devem ser implementadas em cada vacaria (Dubrovsky et al. 2020).

2.5 Impacto na *performance*

Em animais com doença respiratória, o consumo energético envolvido na respiração pode aumentar pela ativação e contração de músculos que auxiliam na expiração, reduzindo a disponibilidade energética para o ganho de peso ou para o exercício (Klein 2013). A curto e a longo prazo, a doença respiratória em bovinos tem efeitos negativos na *performance* produtiva, como efeitos no ganho médio diário (GMD) e na produção leiteira, e, na *performance* reprodutiva, como efeitos na idade ao primeiro parto e na taxa de concepção à primeira inseminação.

Relativamente aos efeitos no ganho médio diário, um estudo de Ollivett (2014) refere que animais com uma ou mais lesões de consolidação pulmonar, com pelo menos 3 cm, apresentaram um ganho médio diário inferior aos que não apresentaram qualquer lesão de consolidação pulmonar, com uma diferença de 45,4 gramas por dia, num período de 56 dias. Outro dado apontado por Cuevas-Gómez et al. (2021) refere que o ganho médio diário é cerca de 14% menor em vitelos com sinais ecográficos compatíveis com consolidação lobar pulmonar e/ou enfisema pulmonar, comparativamente a vitelos sem achados ecográficos pulmonares. Em média, aos 13 meses de idade, esta diferença resulta num peso 14 kg menor. Em relação aos efeitos na produção leiteira, verificou-se uma diminuição da produção leiteira à primeira lactação em novilhas com consolidação pulmonar, ao produzirem menos 525 kg de leite do que o grupo de novilhas sem qualquer consolidação pulmonar (Dunn et al. 2018). Resultados do estudo de van der Fels-Klerx et al. (2002) apontam para uma diminuição da produção leiteira à primeira lactação em 150 kg. Apesar de outros estudos (Closs and Dechow 2017, Teixeira et al. 2017, Abuelo et al. 2021) não terem reportado qualquer diferença na produção leiteira durante a primeira lactação entre novilhas com ou sem história de DRB, o impacto desta doença na produção leiteira futura é muitas vezes difícil de determinar, já que os animais que desenvolvem doença respiratória severa têm maior probabilidade de morrer ou de serem encaminhados para abate, pelo que não serão contabilizados no processo da ordenha (Closs and Dechow 2017).

Estudos sobre o impacto da doença na *performance* reprodutiva indicam que o parto em novilhas sem história de doença respiratória é cerca de 1,20 vezes mais provável do que em novilhas com história de DRB (Teixeira et al. 2017). Van der Fels-Klerx et al. (2002) mostram que existe uma correlação entre história de pneumonia e o aumento da idade ao primeiro parto, em média, de 15 dias. Ainda, outro resultado do estudo de Teixeira et al. (2017) revela que, tendencialmente, novilhas com lesões de consolidação pulmonar têm uma taxa

de concepção à primeira inseminação menor, em comparação com novilhas sem quaisquer lesões de consolidação.

2.6 Diagnóstico

2.6.1 Sinais clínicos

Várias são as apresentações clínicas que suscitam uma investigação mais detalhada do aparelho respiratório e que podem estar associadas à DRB. Apesar da sua ausência não descartar o diagnóstico de DRB, sinais clínicos como depressão, separação do grupo, anorexia, corrimento nasal, corrimento ocular, febre, tosse, taquipneia e orelhas descaídas são os sinais mais comuns e ocorrem frequentemente sem estarem associados a agentes infecciosos específicos (Stilwell 2013; Woolums 2020). Em casos de doença respiratória grave, outros sinais clínicos como dispneia intensa, posição ortopneica e boca permanentemente aberta podem estar presentes (Radostits et al. 2007). Na identificação de casos crónicos, quer pela fraca resposta ao tratamento quer pelas recidivas frequentes, o animal pode encontrar-se caquético, com uma respiração ruidosa, com dor à inspiração (pela presença de gemidos ou bruxismo), com relutância em levantar-se, com corrimento nasal mucopurulento bilateral ou apresentar tosse frequente e produtiva (Stilwell 2013). Sons à auscultação como sibilos e ferveores húmidos podem ser audíveis em toda a área pulmonar, mas são mais evidentes na metade ventral do tórax (Radostits et al. 2007). Outros sinais clínicos não patognomónicos, mas que podem estar associados ao agente etiológico, incluem os sinais de otite ou síndrome vestibular, como a cabeça inclinada, e sinais de artrites que podem estar presentes em infeções por *Mycoplasma bovis*. Em infeções por *Hystophilus somni*, sinais neurológicos, como incoordenação ou parésia, e sinais de dor torácica (codilhos afastados, gemidos à palpação torácica, pescoço estendido ou relutância em levantar-se) podem ocorrer. A tosse é um sinal clínico raramente observado nas pneumonias por *Mannheimia haemolytica*, doença que pode assumir uma evolução hiperaguda e levar à morte súbita. No caso de pneumonias por BRSV, sinais clínicos como enfisema subcutâneo na região cervical e dorsal podem estar presentes (Stilwell 2013; Woolums 2020).

A febre é um sinal clínico inespecífico de broncopneumonia e foi observado em estudos experimentais, como resposta secundária à presença dos principais agentes patogénicos respiratórios (Grissett and Larson 2015). No entanto, a sua duração variou entre os estudos. Por exemplo, após a inoculação traqueal com *Mannheimia haemolytica*, observou-se que a temperatura retal atingiu 40°C em apenas um dia, mas que diminuiu rapidamente mesmo com sinais clínicos compatíveis com infeção ativa (Grissett and Larson 2015). Este facto sugere que existe uma limitação na capacidade de detetar vitelos com doença respiratória febris, caso a temperatura retal não seja avaliada no momento correto (Buczinski and Pardon 2020). No entanto, é importante salientar que existem outros fatores

de origem não infecciosa ou de origem não respiratória que podem estar associados ao aumento da temperatura retal, como o stress térmico. Por último, a precisão da medição da temperatura retal depende do termómetro utilizado, bem como da técnica utilizada pelo operador (Naylor et al. 2012).

Inicialmente, o exame físico deve ocorrer à distância do animal para avaliar a sua postura, o seu estado mental e a forma como se movimenta. Avaliar se o animal se mantém de pé, a posição da cabeça e do pescoço, se há relutância ao movimento e se afasta os codilhos. Registrar a frequência respiratória em repouso é importante, e pode ultrapassar as 60 repetições por minuto (rpm) num vitelo com doença respiratória. De notar que fatores como a temperatura ambiente elevada, febre ou stress podem aumentar a frequência respiratória. A respiração deve ser silenciosa e sem esforço, mas nestes animais é normalmente difícil e audível. Num exame físico próximo ao animal é relevante avaliar a posição das orelhas, a presença de corrimento nasal, que pode variar de mucoso a mucopurulento, unilateral ou bilateral, e a presença de corrimento ocular, abundante ou pouco abundante (Woolums 2020). Se presente, a tosse deve ser classificada quanto à sua frequência, modo (fácil, difícil, dolorosa) e se é espontânea ou induzida. A tosse é um mecanismo fisiológico, tem uma ação protetora e é um evento espontâneo e isolado presente em animais saudáveis. A tosse deve ser induzida através do “pinçar” da traqueia ou laringe, com auxílio dos dedos. Geralmente, em animais saudáveis esta ação provoca um a dois eventos de tosse, mas pode induzir uma tosse paroxística em animais com doença do trato respiratório inferior (Lakritz and Wilson 2020).

A auscultação pulmonar é um auxílio valioso para o diagnóstico permitindo a deteção de ruídos respiratórios anormais como sibilos, ferveores húmidos (*crackles*) e sons de atrito que podem ser indicativos de estenose das vias aéreas, doença do parênquima pulmonar ou doença pleural, respetivamente (Lakritz and Wilson 2020). De salientar que a ausência de ruídos respiratórios não permite a exclusão da DRB (Stilwell 2013). À auscultação pulmonar, o murmúrio vesicular em animais com DRB pode encontrar-se normal, aumentado ou diminuído de intensidade e pode estar ausente em efusões pleurais ou na presença de grandes abscessos (Stilwell 2013).

A percussão do tórax é um exame útil para avaliar as áreas pulmonares permeáveis ao ar, especialmente quando não é possível a avaliação através da ultrassonografia. À percussão, um som maciço está relacionado com zonas de consolidação pulmonar ou com a presença de líquido no espaço pleural, enquanto, um som timpânico pode estar relacionado com enfisema pulmonar ou com pneumotórax (Constable et al. 2017; Lakritz and Wilson 2020).

2.6.2 Métodos de diagnóstico

2.6.2.1 Sistemas de pontuação clínica

Devido à ampla diversidade de sinais clínicos, que podem variar em severidade e duração (Buczinski et al. 2018), e às diferenças que existem na avaliação clínica entre técnicos de exploração, produtores e médicos veterinários, a utilização de um sistema de pontuação clínica é prático, simples e útil onde se desenvolve um método de exame clínico comum e mais objetivo dos animais com DRB.

A aplicação de sistemas de pontuação clínica para o diagnóstico da doença respiratória bovina não é uma inovação recente. Thomas et al. (1977) introduziu um método de classificar a DRB em vitelos infetados experimentalmente pelo PI₃ ou pelo BRSV e BVD. Veio, no entanto, a revelar-se que se tratava de um sistema de pontuação muito abrangente e inadequado para o trabalho a campo.

O sistema de pontuação clínica mais utilizado é o sistema de pontuação clínica de Wisconsin (SPCW) desenvolvido pela Universidade de Wisconsin – Madison, que avalia a doença respiratória em vitelos em fase pré-desmame, com base em 5 parâmetros clínicos: a temperatura retal, o corrimento nasal, a tosse, o corrimento ocular e a posição das orelhas (McGuirk and Peek 2014). É atribuído a cada parâmetro clínico uma pontuação de 0 a 3 pontos, consoante 4 níveis de severidade, ou seja, quanto mais severo é o sinal clínico, maior será a pontuação atribuída. Apenas a temperatura retal é pontuada consoante um intervalo quantitativo (conforme apresentado na figura 1). Para além disso, se ambos os parâmetros de posição das orelhas e corrimento ocular obtiverem pontuações acima de 0 pontos, apenas a pontuação mais alta entre estes parâmetros é considerada no cálculo da pontuação respiratória total (PRT), obtida através do somatório da pontuação de cada parâmetro (Ollivett 2014). Segundo o SPCW, vitelos com uma PRT entre 0 e 3 são considerados saudáveis e devem ser vigiados quando a PRT é de 4. Já para uma PRT maior ou igual a 5 considera-se que o vitelo se encontra positivo para a DRB, pelo que deve ser identificado e submetido a tratamento (McGuirk 2008).

Embora a maioria dos estudos publicados considerar a premissa de que um vitelo com uma PRT ≥ 5 tem doença respiratória, têm sido realizadas novas abordagens a este sistema de pontuação. McGuirk and Peek (2014), Cramer and Ollivett (2019), Binversie et al. (2020) e Raabis et al. (2021) consideram que um vitelo é positivo à DRB quando tem uma pontuação igual ou superior a 2, em pelo menos dois parâmetros clínicos do sistema de pontuação. Outro

estudo indica que vitelos suspeitos devem ser incluídos no grupo de vitelos positivos, isto é, considerar-se positivos todos os vitelos com PRT ≥ 4 (Gomes et al. 2021).

0	1	2	3
Temperatura retal (°C)			
37,7 - 38,2	38,3 - 38,8	38,9 - 39,3	$\geq 39,4$
Tosse			
Ausente	Tosse única induzida	Tosse repetida induzida ou tosse ocasional espontânea	Tosse repetida espontânea
Corrimento nasal			
Corrimento normal seroso	Pequena quantidade de corrimento unilateral turvo	Corrimento bilateral turvo ou corrimento abundante mucoso	Corrimento abundante bilateral mucopurulento
			
Corrimento ocular			
Normal	Pequena quantidade de corrimento ocular	Quantidade moderada de corrimento bilateral	Corrimento ocular abundante
			
Posição das orelhas			
Normal	Abanar a cabeça ou rodar as orelhas	Ligeira queda unilateral das orelhas	Cabeça inclinada ou queda bilateral das orelhas
			

Figura 1- Sistema de pontuação clínico de Wisconsin (SPCW) (adaptado do site https://www.vetmed.wisc.edu/fapm/wp-content/uploads/2020/01/calf_respiratory_scoring_chart.pdf). A cada parâmetro é atribuída uma pontuação entre 0 e 3, consoante a severidade.

Para o sistema de pontuação de Wisconsin estão descritas uma sensibilidade de 62,4% e uma especificidade de 74,1% (Buczinski et al. 2015). Outro estudo conduzido por Love et al. (2016) refere uma sensibilidade de diagnóstico de 71% e uma especificidade de 91,2%. Ambos os estudos consideraram positivos para a DRB vitelos com uma PRT ≥ 5 . Um estudo de Decaris et al. (2022) relata que a sensibilidade e a especificidade do sistema de pontuação de Wisconsin variam de acordo com diferentes critérios para classificar vitelos como positivos à DRB. Quando considerado o critério de que todos os vitelos são positivos quando a PRT ≥ 5 , a sensibilidade do sistema de pontuação foi de 86,4% e a especificidade de 71,1%. No caso de definir vitelos positivos sempre que a PRT é maior ou igual a 4, a sensibilidade foi de 97,7% e a especificidade de 51,7%. Por fim, ao considerar vitelos positivos à DRB quando a pontuação é ≥ 2 em pelo menos dois parâmetros clínicos do sistema de pontuação, a sensibilidade foi de 77,9% e a especificidade de 81,9%. No contexto deste estudo, a sensibilidade diminuiu quando se considerou como positivos os vitelos com uma pontuação ≥ 2 , em pelo menos dois parâmetros clínicos, embora a especificidade do sistema de pontuação tenha aumentado.

Um segundo sistema de pontuação clínica foi desenvolvido pela Universidade da Califórnia, em Davis, com o intuito de avaliar a doença respiratória em vitelos leiteiros no pré desmame. Este sistema de pontuação, mais conhecido por Sistema de Pontuação Clínica da

Califórnia (SPCC), baseia-se em 6 parâmetros clínicos, o corrimento ocular, o corrimento nasal, a posição das orelhas ou a cabeça inclinada, a tosse, a respiração e a temperatura retal (Love et al. 2014). Ao contrário do sistema de pontuação de Wisconsin, no SPCC cada parâmetro clínico é classificado como normal ou anormal, sem que existam níveis de severidade. Isto é, apenas pode ser atribuído a cada parâmetro clínico o menor valor da escala ou o maior valor da escala. Por exemplo, se ao exame físico o corrimento ocular do vitelo estiver normal é atribuído uma pontuação de 0 para esse parâmetro, mas se estiver anormal é atribuída a pontuação máxima de 2 (conforme ilustrado na figura 2). Ainda outra característica deste sistema de pontuação é que a pontuação máxima pode diferir entre cada parâmetro clínico, dependendo da sua relevância ou importância para o diagnóstico da DRB (Love et al. 2014; Buczinski et al. 2018). A pontuação máxima é de 2 para todos os parâmetros clínicos, exceto para o corrimento ocular e para a posição das orelhas ou a cabeça inclinada, cuja pontuação máxima é de 4 ou 5, respectivamente. À semelhança do sistema de pontuação de Wisconsin, no SPCC apenas a temperatura retal é pontuada consoante um intervalo quantitativo e a pontuação respiratória total (PRT) é obtida através do somatório dos pontos de cada parâmetro, considerando positivo para a DRB os vitelos com PRT igual ou superior a 5.













Sinal clínico	Pontuação se normal	Pontuação se anormal (independentemente da severidade)		
Corrimento ocular	0 	2  Ou  Ou 		
Corrimento nasal	0 	4  Ou  Ou 		
Orelha caída ou cabeça inclinada	0 	5  Ou  Ou 		
Tosse	0 Sem tosse	2	Tosse espontânea	
Respiração	0 Normal	2	Respiração rápida ou difícil	
Temperatura retal	0 < 39,2 °C	2	≥ 39,2 °C	

Figura 2- Sistema de pontuação clínico da Califórnia (SPCC) (adaptado do site https://www.vmtc.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk5141/files/local_resources/pdfs/BRD_ANR_Brochure_Nov%202016%20FINAL.PDF).

Buczinski et al. (2018) descreve que o SPCC tem uma sensibilidade de diagnóstico de 67,1% e especificidade de 79,1%. Ainda, um estudo recente de Decaris et al. (2022) refere que este sistema de pontuação tem uma sensibilidade de diagnóstico de 71,1% e uma especificidade de 87,4%.

Comparativamente com o sistema de pontuação de Wisconsin, o SPCC não requer a indução da tosse e a manipulação do vitelo para medição da temperatura retal só é necessária quando se verifica a presença de corrimento nasal ou de dois sinais clínicos, entre tosse espontânea, secreção ocular ou respiração anormal, para se confirmar a presença de DRB. Desta forma, este sistema de pontuação requer menor manipulação do animal.

Relativamente ao sistema de pontuação de Wisconsin, existem 3 características que o podem desfavorecer. Em primeiro lugar, a escala de 4 níveis de severidade pode levar a uma concordância limitada entre os operadores, ao contrário da notação dicotômica do SPCC. Em segundo lugar, o aumento linear na pontuação pressupõe que cada aumento de uma unidade tem o mesmo impacto no risco de doença. Em terceiro lugar, a ausência de ponderação específica para cada parâmetro clínico assume que têm todos a mesma força de efeito (Buczinski and Pardon 2020).

Aly et al. (2014) referem que as características do SPCC podem torná-lo preferível na sua utilização em comparação com o sistema de pontuação de Wisconsin. No entanto, é espectável que haja concordância entre ambos (Aly et al. 2014). Um estudo de Decaris et al. (2022) obteve para o SPCW uma sensibilidade e especificidade maior do que para o SPCC. Já Lowie et al. (2022) observou no seu estudo que o desempenho do SPCC mostrou ser pouco inferior ao do sistema de pontuação de Wisconsin.

Outro sistema de pontuação clínico foi desenvolvido por Maier et al. (2019) para vitelos leiteiros na fase de pós desmame. Este sistema pontua 5 parâmetros clínicos - os olhos encovados (0 ou 4 pontos), a condição corporal (0 ou 5 pontos), a tosse (0 ou 2 pontos), a respiração (0 ou 1 pontos) e a variação diária da temperatura ambiente (0 ou 1 pontos). É atribuído a cada parâmetro uma pontuação mínima ou máxima consoante sejam classificados como normal ou anormal, respetivamente. Uma variação diária da temperatura ambiente superior a 15°C recebe a pontuação de 1, já uma variação diária $\leq 15^\circ\text{C}$ recebe a pontuação mínima de 0 pontos. São considerados suspeitos os vitelos que tenham uma pontuação total ≥ 2 . A temperatura retal surge como parâmetro complementar que confirma se os vitelos suspeitos são positivos à DRB. Vitelos suspeitos com temperatura retal $\geq 39,2^\circ\text{C}$ devem ser submetidos a tratamento, ao contrário dos que apresentem temperatura retal $< 39,2^\circ\text{C}$.

Os sistemas de pontuação clínica supracitados foram desenvolvidos com o intuito de auxiliar no diagnóstico da doença respiratória bovina em vitelos leiteiros. No entanto, até ao momento, ainda não foi encontrado nenhum sistema *gold standard* ou que seja universalmente aceite na comunidade científica (Dunn et al. 2018). Estes sistemas de pontuação apresentam certas limitações, como o facto de se basearem em avaliações subjetivas, em vez de em métodos quantificáveis, para atribuir pontuações (Love et al. 2014). Para além disso, dependem fortemente de sinais clínicos observáveis, pelo que não identificam vitelos com pneumonia subclínica. Dunn et al. (2018) refere que essa dependência

e a subjetividade das avaliações clínicas são desvantagens destes sistemas de pontuação clínica, que podem interferir na precisão do diagnóstico da DRB. Por último, é importante destacar que estes sistemas de pontuação não conseguem distinguir entre doença do trato respiratório superior e doença do trato respiratório inferior (Ollivett and Buczinski 2016).

2.6.2.2 Diagnóstico por imagem

2.6.2.2.1 Radiologia

O diagnóstico por imagem através da radiografia e da ultrassonografia auxilia o diagnóstico de lesões pulmonares previamente à realização da necropsia. Um estudo retrospectivo com 42 vacas doentes comparou as lesões torácicas identificadas à radiografia com os achados à necropsia demonstrando que a sensibilidade da radiografia é elevada (94%), ao contrário da sua especificidade (50%) (Masseau et al. 2008). No entanto, neste estudo apenas foram avaliados animais clinicamente doentes com pelo menos 18 meses de idade. Ainda assim, a radiografia assume pouco valor prático no diagnóstico de lesões pulmonares em vitelos devido a restrições no equipamento, aos seus custos e ao risco de exposição à radiação.

2.6.2.2.2 Ultrassonografia

i. Importância na clínica de bovinos

Em contrapartida, a ecografia torácica pode ser realizada com o recurso a equipamento portátil, prontamente disponível, sem o risco de exposição à radiação (Ollivett 2014).

A ultrassonografia torácica é um método de diagnóstico não invasivo, à semelhança da radiografia, que tem sido utilizada nos últimos anos em medicina veterinária e medicina humana na avaliação dos pulmões, da pleura e do mediastino.

Na clínica de bovinos, a ultrassonografia ou ecografia tem sido utilizada há mais de 50 anos, mas foi apenas a partir dos anos 90 que surgiram estudos da sua utilização no diagnóstico da DRB (Reef et al. 1991; Rabeling et al. 1998). As lesões pulmonares identificadas por ultrassonografia torácica podem desenvolver-se tão cedo quanto os 12 dias de idade e podem assumir um impacto preponderante na vida de um vitelo, a curto e a longo prazo, como já descrito anteriormente (Dunn et al. 2018). A ecografia torácica é considerada um método de diagnóstico prático e valioso para a deteção de derrames pleurais, bem como para a avaliação da sua extensão e natureza, já que as suas imagens à ecografia apresentam características distintas. É ainda relatado como tendo particular utilidade no diagnóstico de DRB subclínica e na observação de lesões pulmonares superficiais, consolidação pulmonar, atelectasia pulmonar ou pneumotórax (Babkine and Blond 2009; Ollivett and Buczinski 2016). Por fim, a ultrassonografia torácica pode ser realizada para identificar achados ecográficos

indicativos de mau prognóstico e auxiliar nas decisões de abate ou aquisição de animais (Ollivett and Buczinski 2016).

Estudos relatam uma sensibilidade e especificidade para a ecografia torácica entre os 79,4% a 94% e os 93,9% a 100%, respetivamente, quando o diagnóstico de DRB foi confirmado por exame pós-morte (Rabeling et al. 1998; Ollivett et al. 2015). Buczinski and Pardon (2020) mostram que a precisão da ecografia torácica pode ser influenciada pelo teste de referência utilizado em cada estudo.

ii. Fundamentos gerais

Para interpretar corretamente uma imagem ultrassonográfica, é necessário compreender como as ondas sonoras, sob a forma de ultrassons, interagem com os tecidos e são capazes de construir a imagem. Na avaliação do tórax, é importante considerar que o ar nos pulmões e as estruturas ósseas da cavidade torácica afetam a forma como os ultrassons se propagam. Este facto salienta a necessidade de uma interpretação precisa tanto das imagens reais quanto das imagens artefactuais (Feletti et al. 2020).

O ecógrafo gera um estímulo elétrico que permite a vibração de cristais através do efeito piezoelétrico, resultando na conversão de uma onda elétrica numa onda sonora (ultrassom), que é emitida através da sonda. A imagem ecográfica é formada por ecos produzidos quando os ultrassons são refletidos nas superfícies de contacto, onde diferentes tipos de tecidos se encontram. Cada tecido possui a sua própria impedância acústica. Quanto maior for a diferença da impedância acústica entre dois tecidos, maior será a intensidade dos sinais ecográficos. A emissão de ultrassons pela sonda ocorre de forma repetida e periódica, segundo uma determinada frequência. A profundidade à qual o ultrassom penetra nos tecidos é inversamente proporcional à frequência utilizada. Ondas sonoras de frequência mais alta sofrem maior atenuação do que as ondas de frequência mais baixa, portanto, tentativas de melhorar a resolução aumentando a frequência resultam numa menor capacidade de penetração. Por isso, utilizam-se frequências mais altas para tecidos mais superficiais, como estruturas da parede torácica, e frequências mais baixas para explorar estruturas mais profundas como a pleura, os pulmões e o mediastino (Feletti et al. 2020).

Os ecos, sofrem um processamento e a imagem pode ser visualizada no ecógrafo em diversos modos, sendo o modo B (brilho) o mais comumente utilizado em medicina veterinária. Este modo baseia-se na formação de uma escala de cinzentos, dando informações sobre a distância das estruturas e da intensidade dos ecos, através de uma imagem bidimensional. A terminologia utilizada para descrever uma imagem ecográfica está relacionada com a intensidade dos ecos (brilho), com a sua atenuação e com a ecotextura de cada tecido ou estrutura. Na imagem ecográfica, as estruturas podem ser caracterizadas como anecogénicas (a preto), hipocogénicas (cinzento-escuro), isoecogénicas e ainda hiperecogénicas

(cinzento-claro ou branco), dependendo se não há reflexão dos ultrassons, se a intensidade dos ecos é menor que a dos tecidos adjacentes, se a intensidade dos ecos é igual à dos tecidos adjacentes, ou se a intensidade dos ecos é maior que a dos tecidos adjacentes, respetivamente (Mattoon and Berry 2021).

Em termos gerais, os artefactos ecográficos dificultam frequentemente o processo de diagnóstico, uma vez que, por definição, representam de forma alterada a realidade anatómica. No entanto, ao compreender-se estes artefactos, informam o operador sobre o tipo de interação que os ultrassons têm com as estruturas anatómicas, auxiliando na interpretação correta das imagens ecográficas. Relativamente aos artefactos que resultam da interação do ultrassom com os tecidos, os artefactos de reverberação ocorrem quando uma estrutura ou tecido reflete a maior parte das ondas de ultrassom de volta para a sonda, que se comporta como um refletor especular. Isto é, a sonda torna a devolver os mesmos ultrassons sem que sejam criados. Na imagem ecográfica, a estrutura exposta aos ultrassons é reproduzida repetidamente em intervalos regulares. Assim, os artefactos de reverberação consistem em repetidas linhas hiperecogénicas, paralelas e equidistantes, cuja intensidade dos ecos diminui gradualmente devido à perda progressiva da sua energia.

As linhas A são artefactos de reverberação importantes na ecografia torácica, já que indicam que a pleura se comporta como um refletor especular devido à presença de ar nos pulmões (como observado na figura 3). Na ventilação, os folhetos da pleura têm um movimento síncrono com o ciclo respiratório denominado deslizamento pleural, cuja presença, em conjunto com as linhas A, representa um pulmão ecograficamente normal. O deslizamento pleural pode ser de difícil visualização em animais com frequência respiratória aumentada ou com uma respiração superficial. Os artefactos linhas A estão ausentes quando a permeabilidade do pulmão aos ultrassons está aumentada, em casos de doenças pulmonares intersticiais ou na perda do conteúdo normal dos alvéolos. Outros artefactos de reverberação, mas que não possuem valor diagnóstico, ocorrem quando a sonda não está em contacto perfeito com a pele, permitindo a presença de ar entre a sonda e a pele (Feletti et al. 2020).

Outros achados da ecografia torácica são os artefactos de cauda de cometa. Estes são formados quando o feixe de ultrassons encontra sucessivamente pequenas estruturas refletoras a curtas distâncias, promovendo a reflexão sucessiva dos ultrassons antes de regressar à sonda. São representados no ecógrafo como sucessivos pequenos ecos (bandas hiperecogénicas) muito próximos entre si, orientados perpendicularmente ao feixe de

ultrassons (como observado na figura 3) (Feletti et al. 2020). Estes artefactos indicam que existe uma acumulação focal de uma pequena quantidade de material refletor, normalmente bolhas de gás (Babkine and Blond 2009).

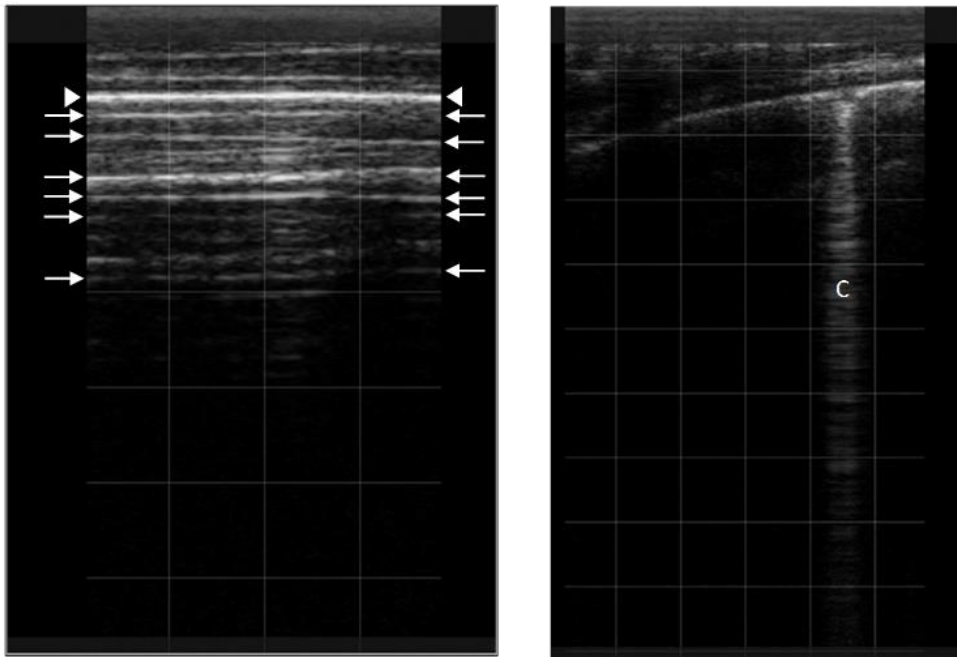


Figura 3- Imagens ecográficas de artefactos de interação do ultrassom com os tecidos. Imagens originais. Na imagem à esquerda observa-se a presença de artefactos de reverberação denominados de “linhas A” (setas brancas). A linha hiperecogénica horizontal (pontas de setas brancas) representa a linha pleural de um pulmão normal ventilado. Na imagem à direita é possível identificar um artefacto “cauda de cometa” (C).

Na literatura de Medicina Veterinária, o termo "linhas B" é frequentemente utilizado como sinónimo do termo "cauda de cometa", embora estudos publicados na área da Medicina Humana tenham identificado uma distinção entre ambos. Estes estudos, revelam que, apesar de serem semelhantes, os artefactos de cauda de cometa derivam de uma linha pleural irregular ou descontínua, são mais curtos e atenuam em profundidade. Já os artefactos “linhas B” derivam de uma linha pleural normal, apagam as linhas A subjacentes, atingem o fundo do ecrã do ecógrafo sem perder intensidade e movem-se em sintonia com o deslizamento pleural (Rademacher N et al. 2013; Yue Lee et al. 2018; Mathis et al. 2021). Na Medicina Humana, os artefactos “linhas B” são considerados indicativos de interfaces entre fluido e ar, e a presença de pelo menos três destes artefactos numa janela ecográfica está associado a doença intersticial-alveolar (Lichtenstein and Mezière 2008; Rademacher N et al. 2013).

Nos bovinos, está relatado que a presença de artefactos de cauda de cometa à ecografia pulmonar corresponde a zonas de enfisema pulmonar observadas à necropsia (Flöck 2004). Hussein et al. (2018) refere que vitelos com enfisema pulmonar apresentavam entre três e quatro artefactos de cauda de cometa à ecografia pulmonar. Outro dado apresentado por Jung and Bostedt (2003) indica que a aspiração severa de líquido amniótico

em vitelos recém-nascidos até aos 14 dias de idade está relacionada com a presença de menos artefactos de reverberação (linhas A) e à presença ocasional de artefactos de cauda de cometa.

iii. Princípios gerais da técnica ecográfica

O exame ecográfico pulmonar é realizado através da utilização de uma sonda linear, convexa ou sectorial como descrito em estudos anteriores (Jung and Bostedt 2003; Flöck 2004; Abutarbush et al. 2012). A sonda linear é a mais utilizada, com uma frequência compreendida entre os 3,5 e 7,5 MHz, e pode atingir uma profundidade de 8 a 12 cm para avaliar a área pulmonar. Uma das suas vantagens é que a estrutura da sonda possibilita uma avaliação mais precisa do tórax cranial, especialmente o primeiro e o segundo EIC direito (Ollivett et al. 2015). Além disso, a sonda linear integra a maioria dos ecógrafos de uso transretal, que são amplamente utilizados na prática veterinária de bovinos, tornando-os mais adequados e práticos para uso a campo (Ollivett and Buczinski 2016).

Na preparação do vitelo para o exame ecográfico, a contenção do animal deve ser mínima já que contribui para uma maior praticabilidade do procedimento. A contenção é facilitada com um ajudante, que pode apoiar os membros posteriores do vitelo a uma superfície, ou a um canto, e segurá-lo pelo mento (Ollivett and Buczinski 2016). Na avaliação ecográfica de um bovino adulto ou de um novilho de engorda, é necessária a utilização de uma manga de contenção.

Diante do vitelo, o operador pode manter-se de pé e aceder ao lado oposto do tórax por cima do dorso, ou, numa posição agachada, aceder a cada um dos lados do tórax. O operador pode escolher realizar ou não a tricotomia do animal, e é aplicado o agente condutor na área a ecografar, com a ajuda de um pulverizador ou borrifador. O álcool isopropílico a 90% pode ser utilizado como agente condutor, embora o álcool isopropílico a 70% seja considerado o agente condutor preferencial. Este último tem a vantagem de não evaporar rapidamente da superfície da sonda e do pelo do animal. O álcool etílico é muitas vezes utilizado devido à sua maior disponibilidade no mercado. Para realizar uma ecografia torácica a um vitelo são necessários cerca de 125 mL de agente condutor, dependendo da experiência do operador (Ollivett and Buczinski 2016).

Vários estudos têm realizado exames ecográficos em vitelos em diferentes áreas pulmonares. Por exemplo, no estudo de Reinhold et al. (2002) realizaram ecografias da área pulmonar de vitelos entre o 3º EIC e o 12º EIC esquerdo e direito. Já Jung and Bostedt (2003) examinaram a área pulmonar entre o 3º EIC e o 11º EIC de ambos os lados do tórax.

Por outro lado, estudos de Rabeling et al. (1998), Sorden et al. (2000) e Flöck (2004) indicam que as lesões de broncopneumonia ocorrem predominantemente na porção cranioventral do pulmão. Ollivett and Buczinski (2016) afirmam que a porção cranial do lobo

cranial direito é o mais afetado, seguido do lobo médio direito e, em terceiro lugar, a porção caudal do lobo cranial esquerdo. Os restantes lobos raramente apresentam lesões sem que haja lesões nos lobos anteriormente mencionados. Cerca de um em cada três vitelos apresenta lesões de consolidação unilaterais, destacando a importância da avaliação ecográfica de ambos os pulmões (Buczinski et al. 2014).

Por esta razão, o exame ecográfico em vitelos pode ser abordado de duas formas, dependendo se o objetivo é o exame ecográfico de um grupo de vitelos doentes ou se é dirigida a apenas um animal. Se se tratar de um exame ecográfico individual, deve-se avaliar a totalidade dos campos pulmonares esquerdo e direito. Isto é, o pulmão direito desde o 10º EIC até ao 1º EIC, e o pulmão esquerdo desde o 10º EIC até ao 2º EIC (Ollivett and Buczinski 2016). É necessária a avaliação dos lobos caudais porque é a localização mais comum de abscessos pulmonares. Num grupo de vitelos doentes, a ecografia torácica é usada especificamente para detetar lesões de broncopneumonia, pelo que a ecografia incide sobre os lobos mais afetados. Cramer and Ollivett (2019) e Quick et al. (2020) avaliaram ecograficamente um grupo de vitelos desde o 6º EIC até ao 1º EIC do lado direito e desde o 6º EIC até ao 2º EIC do lado esquerdo, permitindo a avaliação dos lobos pulmonares mais frequentemente afetados.

O exame ecográfico deve ser realizado de forma sistemática, percorrendo o tórax caudal até ao tórax cranial ou vice-versa, de ambos os lados. A sonda é colocada nos espaços intercostais (após a aplicação do agente condutor) e movida em paralelo com as costelas, seguindo uma direção dorsoventral. Um operador experiente é capaz de realizar um diagnóstico em 20 a 30 segundos (Ollivett and Buczinski 2016).

No exame ecográfico pulmonar de bovinos adultos, está descrita a tricotomia entre o 5º EIC e o 12º EIC do lado esquerdo e direito do tórax em forma de triângulo, delimitado cranialmente pela face caudal do membro torácico, dorsalmente pelos processos vertebrais transversos até à extremidade dorsal da 13ª costela e, caudalmente, pela linha que une esta extremidade ao codilho, seguindo o diafragma (Babkine and Blond 2009). Nesta área pulmonar deve ser aplicado um agente condutor e a sonda deve ser colocada nos espaços intercostais, paralelamente às costelas. Para a visualização do tórax cranial, a sonda pode ser colocada na face medial da ponta do ombro, apontando caudalmente a sonda em direção ao tórax (Babkine and Blond 2009). Ainda assim, com o avançar da idade, a musculatura dos membros anteriores aumenta, limitando e dificultando o acesso ao primeiro e segundo espaços intercostais (Ollivett et al. 2015). Por isso, o acesso à porção cranial dos lobos pulmonares craniais direito e esquerdo é, geralmente, restrito a bovinos com menos de 6 meses de idade (Ollivett and Buczinski 2016).

iv. Interpretação de imagens ecográficas

Na imagem ecográfica pulmonar é possível observar pele, gordura subcutânea, os músculos intercostais, a linha pleural e o parênquima pulmonar.

A linha pleural, formada pela pleura parietal e visceral, é visível através de uma linha hiperecogénica contínua, regular e sem qualquer espessamento. A irregularidade da pleura visceral está descrita como o primeiro sinal que sugere a presença de lesão de consolidação pulmonar (Flöck 2004; Tharwat and Oikawa 2011). Estudos na área de Medicina Humana revelam que o conjunto de alterações como irregularidade, espessamento e fragmentação da linha pleural associado a múltiplos artefactos de cauda de cometa estão correlacionados com a presença de doença pulmonar intersticial (Reißig and Kroegel 2003).

Outra condição que afeta a pleura é o derrame pleural. Este pode ser observado quando existe a separação da linha pleural devido à acumulação de líquido entre a pleura parietal e a pleura visceral. Os derrames pleurais localizam-se preferencialmente na porção ventral do tórax e podem envolver uma lesão pulmonar (Babkine and Blond 2009). Radostits et al. (2007) referem que o derrame pleural associado a pleurisia afeta normalmente apenas um lado do tórax, já que não há comunicação entre os sacos pleurais. Derrames pleurais bilaterais podem ocorrer na presença de doença pulmonar bilateral ou devido a insuficiência cardíaca direita ou hipoproteinémia. No entanto, nos estudos apresentados por Flöck (2004) e Tharwat and Oikawa (2011) todos os animais com derrame pleural eram bilaterais. O líquido de derrame pleural pode variar de ecogenicidade dependendo do seu conteúdo celular. Está descrito que um transudado é normalmente anecogénico, ao contrário do exsudado, que tem maior ecogenicidade, por ser mais celular e conter fibrina. No entanto, apenas é possível determinar a natureza do líquido através da sua análise (Babkine and Blond 2009). Está descrita a presença de derrames pleurais em bovinos com pleuropneumonia (Braun et al. 1997) e broncopneumonia fibrinosa bilateral (Peek et al. 2018).

Num pulmão normal ventilado ocorre a reflexão do feixe de ultrassons incidente devido à presença de ar nos pulmões. Por isso, a profundidade de penetração do feixe de ultrassons fica limitada à região periférica do pulmão, o que significa que lesões mais profundas no parênquima pulmonar não podem ser visualizadas quando a superfície pulmonar se encontra normal. No entanto, existem lesões próximas da pleura visceral que são visíveis à ultrassonografia como massas, nódulos, zonas de consolidação ou de atelectasia pulmonar.

Num estudo de Flöck (2004) foram observadas lesões hipoecogénicas difusas, em forma de cunha e com limites bem definidos, em bovinos com sinais clínicos de broncopneumonia. Essas lesões variavam em tamanho (desde poucos milímetros a alguns centímetros) e apresentavam artefactos de cauda de cometa associados. Estas características enquadram-se na descrição de “alveograma de fluido superficial”, o qual

ocorre quando os alvéolos são preenchidos por líquido ou conteúdo celular, e que podem estar presentes em lóbulos pulmonares consolidados. Podem corresponder a pequenos abscessos, áreas de necrose ou de inflamação e ainda a metástases (Babkine and Blond 2009).

As massas mais frequentemente encontradas são os abscessos pulmonares, apesar de hematomas e neoplasias já terem sido reportados (Braun et al. 2004; Robcis et al. 2023). Os abscessos estão descritos como lesões com formato circular ou ovoide, com conteúdo que varia de ecogenicidade, podendo estar envolvidos por uma cápsula bem definida. O seu conteúdo pode variar de anecogénico a hipocogénico, ser homogéneo ou heterogéneo e pode ou não apresentar bandas de maior ecogenicidade no seu interior (Mohamed and Oikawa 2007; Babkine and Blond 2009; Tharwat and Oikawa 2011). De salientar que apenas é possível a sua observação à ecografia se a sua localização for próxima da pleura visceral. Foi relatada a presença de abscessos em casos de pleuropneumonia fibrinopurulenta (Braun 1997) e em pneumonias por *Trueperella pyogenes* (Peek et al. 2018).

O termo “consolidação pulmonar” refere-se à aparência ecográfica de um pulmão semelhante à do fígado. O pulmão aparece hipocogénico, com ecotextura semelhante ao parênquima hepático, e apresenta broncoerogramas à ecografia. Estes últimos ocorrem quando pequenos brônquios estão preenchidos por ar, aparecendo como múltiplos focos lenticulares hiperecogénicos, com artefactos de cauda de cometa distais associados, podendo medir poucos milímetros de diâmetro (Babkine and Blond 2009). Os broncogramas de fluido são achados ecográficos que também podem estar associados à consolidação pulmonar e ocorrem quando é visível uma estrutura tubular anecogénica ou hipocogénica com parede hiperecogénica (Babkine and Blond 2009). Um estudo de Ollivett et al. (2015) relata que a identificação ecográfica de lesões de consolidação pulmonar está relacionada com um aumento da proporção de neutrófilos no fluido do lavado broncoalveolar, e com a presença de lesões observadas à necropsia. No entanto, estes achados ecográficos podem estar presentes em casos de atelectasia pulmonar, devido à compressão do parênquima pulmonar (pela presença de um derrame pleural) ou secundário à obstrução das vias aéreas (Sartori and Tombesi 2010). Ecograficamente, apenas é possível a distinção entre consolidação e atelectasia pulmonar através da observação de um broncoerograma dinâmico, isto é, que se move com a respiração, e que apenas é encontrado numa lesão de consolidação (Lichtenstein et al. 2009). Lesões ecográficas de consolidação pulmonar foram encontradas em bovinos com pneumonia supurativa (Scott 2013), broncopneumonia e pneumonia por *M. haemolytica* (Peek et al. 2018).

v. Sistema de pontuação ecográfica

Vários estudos têm sido realizados com o objetivo de avaliar a profundidade das lesões de consolidação por meio da ecografia torácica. Ollivett et al. (2015) descreve um sistema de pontuação ecográfica (SPE) atribuindo a cada intervalo de medições uma pontuação ecográfica que varia de 0 a 4. O autor refere uma pontuação ecográfica de 0 para um pulmão ecograficamente normal (linha pleural regular com artefactos “linhas A”), sem caudas de cometa e sem lesões de consolidação. Uma pontuação ecográfica de 1 para um pulmão com artefactos de cauda de cometa, mas sem lesões de consolidação pulmonar. E ainda uma pontuação de 2, 3 ou 4 para vitelos com lesões de consolidação inferiores a 1 cm, de 1 a 3 cm ou superiores a 3 cm, respetivamente.

No entanto, medir lesões pulmonares é, por vezes, pouco prático para médicos veterinários a campo, principalmente quando não possuem ecógrafos com grelha de medição. Ollivett and Buczinski (2016) reformulou o sistema de pontuação ecográfica acima descrito para um sistema de pontuação ecográfica mais simples e de maior aplicabilidade prática, o SPEP, que varia de 0 a 5. A pontuação superior a 1 é utilizada para caracterizar a pneumonia, lobular (2) ou lobar (3, 4 ou 5, dependendo do número de lobos afetados). Pontuações de 0 ou 1 indicam que o animal se encontra ecograficamente normal, lesões lobulares têm normalmente origem viral e pontuações ≥ 3 são atribuídas a broncopneumonias bacterianas. Outros achados ecográficos como pneumotórax, derrame pleural, abscessos ou lesões de necrose não estão incluídos neste sistema de pontuação ecográfica.

Ollivett and Buczinski (2016) incorporam o sistema de pontuação clínico de Wisconsin (SPCW) ao SPEP de forma a distinguir infeção do trato respiratório superior (ITRS), pneumonia clínica e pneumonia subclínica. Neste contexto, a ITRS é definida como um SPCW positivo e um SPEP normal (≤ 1), a pneumonia clínica por um SPCW positivo e SPEP anormal (≥ 2), e pneumonia subclínica por um SPCW normal e SPEP anormal.

2.6.2.3 Necropsia

A necropsia é um exame complementar importante na investigação de doenças do trato respiratório. Este exame possibilita a identificação dos agentes etiológicos e a avaliação tanto das lesões pulmonares como da precisão do diagnóstico realizado pelo médico veterinário ou pelo produtor. Determinar a causa de morte e a proporção de animais que morrem devido a doença respiratória não diagnosticada ante morte é uma prática que permite melhorar os métodos de diagnóstico da doença respiratória. Este exame é considerado por Buczinski and Pardon (2020) como o *gold standard*, o método mais adequado para o diagnóstico de broncopneumonia infecciosa, apesar das suas limitações. Isto é, o facto de ser um exame pós-morte, ter custos associados e necessitar de ser realizado com a maior

brevidade possível após a utilização de outro método de diagnóstico, uma vez que as lesões pulmonares podem regredir ou novas lesões podem surgir após o diagnóstico inicial (Buczinski and Pardon 2020).

2.7 Terapêutica

A identificação e o tratamento precoce de animais com doença respiratória são fundamentais para a diminuição dos efeitos da DRB nas explorações bovinas (Nickell and White 2010). Cusack et al. (2003) refere que a eficácia dos antimicrobianos é afetada pela identificação e tratamento precoce dos animais com DRB, ao melhorar os resultados do tratamento. Identificar bovinos nas fases iniciais da doença é considerado o fator determinante para uma terapêutica bem-sucedida (Smith 1998).

Os antimicrobianos de largo espectro, como os macrólidos, as fluoroquinolonas de segunda geração e as cefalosporinas de terceira geração, são amplamente utilizados no tratamento da doença respiratória bovina. A escolha do antibiótico deve ter em conta a experiência do médico veterinário, os fatores económicos, as diferentes sensibilidades dos agentes bacterianos e os resíduos no leite e na carne (Peek et al. 2018).

As lesões pulmonares inicialmente melhoram com tratamento antibiótico, mas, podem recidivar ou piorar pouco após o tratamento (Holschbach et al. 2019; Binversie et al. 2020), pelo que a antibioterapia nem sempre garante a cura bacteriológica mesmo quando há cura clínica e o tratamento é realizado numa fase precoce (Holschbach et al. 2019). Especificamente, a definição comum de sucesso terapêutico utilizada por muitos fabricantes para estabelecer a eficácia de um produto antibiótico, classificaria incorretamente 100% dos vitelos com doença pulmonar grave 5 dias após a inoculação experimental com *Mannheimia haemolytica* e 14 dias após a inoculação experimental com *Pasteurella multocida*, conforme os estudos apresentados por Ollivett et al. (2013) e Holschbach et al. (2019). Estes dados indicam que, apesar do diagnóstico precoce da doença e do uso criterioso dos antibióticos, a infeção pulmonar não foi totalmente resolvida mesmo utilizando protocolos de tratamento aprovados (Ollivett 2020). A fraca resposta ao tratamento contribui para uma maior probabilidade de doença clínica futura e para o aumento dos períodos de crescimento lento (Cramer and Ollivett 2019; Binversie et al. 2020).

A associação de um anti-inflamatório não esteroide (AINES) à terapêutica da DRB é uma prática comum utilizada há vários anos na clínica de bovinos. Espera-se que reduza a temperatura corporal e atenuar os sinais clínicos associados, auxiliando na recuperação do animal. Vários estudos relatam que a administração de AINES promove uma queda mais acentuada da temperatura corporal, numa fase inicial de tratamento, apesar da remissão dos sinais clínicos não ter sido consistente. Dois estudos mostram que existe um efeito positivo da administração de AINES na redução das lesões de consolidação pulmonar. Um estudo

desenvolvido por Lockwood et al. (2003) refere que a consolidação pulmonar observada pós-morte foi menor nos três grupos de bovinos tratados com um AINES em comparação com os que foram tratados apenas com ceftiofur, apesar da diferença ter sido significativa apenas no grupo tratado com flunixinina meglumina. Outro estudo indica que a extensão de lesões pulmonares observada em matadouro foi menor em animais tratados com meloxicam, numa terapêutica conjunta com oxitetraciclina, do que no grupo de animais que apenas foram tratados com oxitetraciclina (Friton et al. 2005).

Por último, é fundamental valorizar o diagnóstico, já que identificar e tratar a DRB precocemente desempenha um papel crucial na minimização dos seus impactos nas explorações bovinas e na eficácia do tratamento.

2.8 Prognóstico

É de extrema importância obter um prognóstico preciso nos casos de DRB, pois orienta para a escolha do tratamento adequado, avalia o risco da necessidade de múltiplos tratamentos e influencia nas decisões sobre a eutanásia, ao ser considerada a relação custo-benefício.

No que diz respeito ao tratamento, geralmente, os animais que apresentam melhorias nas primeiras 24 a 72 horas têm um prognóstico favorável. Por outro lado, os que não apresentam qualquer melhoria após 72 horas têm uma maior probabilidade de terem desenvolvido lesões pulmonares crônicas ou abscessos pulmonares, pelo que o prognóstico é desfavorável (Peek et al. 2018).

Por meio da ultrassonografia torácica, a identificação de determinados achados ecográficos podem sugerir um mau prognóstico. Por exemplo, um estudo apresentado por Timsit et al. (2019) que comparou várias lesões pulmonares observadas à ecografia torácica com a mortalidade em bovinos de engorda com broncopneumonia, relatou que a profundidade máxima e a área máxima de consolidação estavam mais fortemente associadas a um prognóstico clínico desfavorável do que outros achados ecográficos, como a profundidade do líquido de derrame pleural, o número de artefactos de cauda de cometa e o número de irregularidades da linha pleural. No mesmo estudo, a área máxima de consolidação pulmonar estava associada a um maior risco de recorrência de broncopneumonia. Ollivett and Buczinski (2016) referem que, com base na sua experiência clínica, lesões cavitárias com cápsula discreta (como abscessos) e a presença de consolidação pulmonar que se estende até às mesmas lesões são indicativas de mau prognóstico, tal como lesões de necrose pulmonar. Outro estudo de Teixeira et al. (2017) aponta para uma maior probabilidade de serem retirados do efetivo vitelos com pelo menos uma lesão de consolidação pulmonar (≥ 6 cm), com abscessos pulmonares ou com derrame pleural com mais de 1 cm de profundidade.

Todos estes fatores devem ser considerados quando se inicia um tratamento ou múltiplos tratamentos de forma a minimizar a prevalência da doença, a promover o bem-estar animal e a reduzir os custos associados, a curto e a longo prazo, desta doença na exploração.

IV. Comparação de diagnóstico de doença respiratória bovina por ultrassonografia e por avaliação clínica abreviada

1. Objetivos

A elaboração deste estudo teve como principal objetivo avaliar a relação entre a ultrassonografia torácica e a avaliação clínica abreviada, utilizando sistemas de pontuação clínicos, para o diagnóstico da doença respiratória bovina (DRB) em vitelos leiteiros. Como objetivos secundários, pretendeu-se comparar o desempenho dos dois sistemas de pontuação clínicos em prever uma pontuação ecográfica positiva ou negativa para a DRB, avaliar a mortalidade após o exame ecográfico e inferir sobre o perfil da doença.

2. Material e Métodos

2.1. Dados das explorações

A informação para a realização deste estudo foi recolhida no período entre março e junho de 2023 em 3 explorações de bovinos de aptidão leiteira em Portugal, das regiões de Setúbal, Lisboa e Santarém. Cada exploração foi identificada por uma letra (A, B ou C) que designa, respetivamente, cada uma das explorações anteriormente mencionadas.

2.2. Dimensão da amostra

Como critérios de seleção da amostra, foram selecionados vitelos na faixa etária até aos 4 meses por forma a facilitar a contenção individual do animal e a avaliação por meio da ultrassonografia torácica. À parte deste critério, todos os animais da amostra foram selecionados aleatoriamente, sem informação prévia da sua história clínica.

Para este estudo foi incluída uma amostra total de 58 vitelos leiteiros, 42 fêmeas e 16 machos, com idades entre 1 e 95 dias. Da amostra total, 43 vitelos pertenciam à exploração A, 9 vitelos pertenciam à exploração B e 6 vitelos pertenciam à exploração C.

Apenas foram incluídos 58 vitelos na amostra devido às disponibilidades das vacarias e da utilização dos ecógrafos.

2.3. Recolha de dados

A recolha de dados iniciou-se na exploração A, em três dias distintos, a 24 de março de 2023, a 6 de abril de 2023 e a 10 de maio de 2023 tendo sido registada a informação de 21 vitelos, 12 vitelos e 10 vitelos, respetivamente. Os dados dos vitelos da exploração B foram recolhidos a 24 de maio de 2023 e os da exploração C a 1 de junho de 2023.

À chegada à exploração, todos os animais incluídos no estudo foram individualmente identificados, submetidos a uma avaliação clínica respiratória, sustentada na utilização de sistemas de pontuação e na auscultação torácica, e ainda a uma ultrassonografia torácica. Por fim, foram recolhidas informações sobre a sua história clínica e o tratamento após a ultrassonografia. Toda esta abordagem foi realizada sequencialmente pelo autor, respeitando o protocolo da figura 4 (em detalhe no anexo 1). Em média, para cada animal, foi despendido 10 minutos para o exame clínico e ecográfico e registo no protocolo da figura 4.

DATA:

1. Identificação
Exploração:
Nº animal:
Sexo:
Data de nascimento:

2. Pontuação clínica respiratória

Valor	0	1	2	3
Temperatura retal (°C)	37,7 – 38,2	38,3 – 38,8	38,9 – 39,3	≥ 39,4
Tosse	Ausente	Única induzida	Repetida induzida/ ocasionalmente espontânea	Repetida espontânea
Corrimento nasal	Normal seroso	Pequena quantidade unilateral turvo (escura)	Bilateral turvo ou presença de muco abundante	Bilateral mucopurulento abundante
Score ocular	Normal	Pequena quantidade de corrimento	Corrimento bilateral moderado	Corrimento ocular abundante
Posição das orelhas	Normal	Abanar a cabeça ou rodar as orelhas ("ear flick")	Orelha ligeiramente caída unilateral	Cabeça inclinada ("head tilt") ou queda bilateral

3. Auscultação

Frequência Respiratória (min):
costoabdominal
abdominal
costal

	Murmúrio vesicular	Inspiratório	Expiração
Normal	Normal		
	Aumentado		
	Diminuído		
Crackles (Fervores húmidos)			
Sibilos (fervores secos)			
"Pleural friction rub" (ruído de atrito)			

4. Ecografia torácica

Descrição	Lado esquerdo			Lado direito			
	Caudal	Cranial (caudal)	Cranial (cranial)	Caudal	Médio	Cranial (caudal)	Cranial (cranial)
	6°-10° EIC	4°-5° EIC	2°-3° EIC	6°-10° EIC	5° EIC	3°-4° EIC	1°-2° EIC
Normal							
Presença de caudas de cometa	Nº						
Separação da linha pleural (sugestivo de efusão pleural)	Profundidade						
Área de consolidação pulmonar	Nº						
	<1cm						
	1-3cm						
	>3cm (especificar)						
Área anecogénica com cápsula definida	Nº						
	<1cm						
	1-3cm						
	>3cm						
Área hipocogénica c/ artefacto de cauda de cometa distal associado (alveolograma de fluido)	Nº (1; >1)						
	<1cm						
	1-3cm						
	>3cm						
Irregularidade da superfície pleural							

5. Tratamento:

5.1 Foi feito algum tratamento prévio? Se sim, qual?

5.2 O animal vai ficar sob tratamento após ecografia?

Figura 4- Protocolo utilizado para cada animal do estudo. Imagem original.

2.4. Identificação

Todos os animais do estudo foram identificados de acordo com a sua exploração (A, B ou C), o seu número de casa, o sexo (macho ou fêmea) e a respetiva data de nascimento.

De forma a facilitar a análise dos dados, a cada número de casa foi atribuída a numeração de 1 a 58.

2.5. Avaliação clínica respiratória

2.5.1. Sistema de pontuação clínica

A avaliação clínica de cada vitelo foi realizada através dos sistemas de pontuação clínicos de Wisconsin e de Califórnia, amplamente utilizados para o diagnóstico da DRB.

Com base no sistema de pontuação clínico de Wisconsin (SPCW) cada animal do estudo foi avaliado em 5 parâmetros clínicos: a temperatura retal, o corrimento nasal, a tosse, o corrimento ocular e a posição das orelhas conforme descrito por McGuirk and Peek (2014). Foi atribuído a cada parâmetro clínico uma pontuação de 0 a 3 pontos, consoante 4 níveis de

severidade, apresentados na figura 1. Para a classificação de cada animal de acordo com o sistema de pontuação clínico de Califórnia (SPCC), cada um dos 5 parâmetros clínicos previamente mencionados foi caracterizado como normal ou anormal. O sexto parâmetro clínico do SPCC refere-se à respiração e foi caracterizado como normal quando o animal se apresentava eupneico, com uma frequência respiratória de 30 a 60 respirações por minuto (rpm), e como anormal quando o animal apresentava dispneia ou uma frequência respiratória superior a 60 rpm. Maior detalhe de cada sistema de pontuação clínico foi abordado anteriormente no subcapítulo “2.6.2.1 Sistemas de pontuação clínica”.

A indução da tosse ocorreu através do “pinçar” dos primeiros anéis traqueais ou laringe, com auxílio dos dedos, como descrito por Constable et al. (2017) e a medição da temperatura retal foi realizada com o recurso a um termómetro digital.

As alterações dos parâmetros clínicos acima referidos foram anotadas no protocolo ilustrado na figura 4 para posterior análise dos dados.

2.5.2. Auscultação torácica

A auscultação do tórax foi realizada num único ponto da região cranial de cada um dos lados do tórax, utilizando um estetoscópio (Estetoscópio Littmann® Classic III de 3M). A frequência respiratória foi registada, em respirações por minuto, assim como o tipo de respiração (costoabdominal, costal ou abdominal). À auscultação, foi avaliada a presença de sons pulmonares anormais, como ferveres húmidos (“crackles”), ferveres secos (sibilos) e ruído de atrito, bem como a alteração da intensidade do murmúrio vesicular (aumentado ou diminuído). Os animais classificados como “normal” não apresentavam sons anormais à auscultação nem alterações da intensidade do murmúrio vesicular.

2.6. Ultrassonografia torácica

Anteriormente à condução do presente estudo, foi dedicado um período de aprendizagem com o objetivo de aperfeiçoar a técnica ecográfica. Neste contexto, realizaram-se ecografias torácicas a um grupo de 10 vitelos, que não foram incluídos no presente estudo, durante um período de 7 dias e sob supervisão de um Médico Veterinário experiente.

A ultrassonografia torácica foi realizada uma vez a cada de um dos animais incluídos no estudo utilizando dois ecógrafos distintos como descrito na tabela 1.

Tabela 1- Ecógrafos utilizados no estudo para cada exploração.

Exploração	Ecógrafo	Sonda
A	Easi-Scan Go® ¹	Linear
B	Easi-Scan® ²	Linear
C	Easi-Scan® ²	Linear

¹ IMV Imaging UK Ltd (Reino Unido). ² Easi-Scan, BCF Technology Ltd (Escócia).

Na exploração A, para a preparação do animal para a avaliação ecográfica, a contenção individual dos animais foi realizada pelo próprio operador apoiando os membros posteriores do vitelo a um canto do viteleiro. A mesma contenção foi aplicada por um ajudante aos vitelos das explorações B e C, segurando cada vitelo pelo mento. Em todos os animais do estudo o pelo do tórax não foi cortado ou rapado para a realização do exame ecográfico. Utilizou-se um borrifador para aplicar, em média, 100 mL por animal de álcool etílico a 70%, como agente condutor. Foi utilizado o álcool etílico por ser de fácil acesso no mercado.

Após a colocação do agente condutor, a sonda foi colocada nos espaços intercostais, movida em paralelo com as costelas, seguindo uma direção dorsoventral. Percorreu-se o hemitórax esquerdo e direito no sentido craniocaudal. O operador aceitou a cada um dos lados do tórax numa posição agachada. A mesma área do tórax foi sistematicamente submetida a exame ecográfico em todos os animais do estudo tendo-se avaliado ecograficamente a totalidade dos campos pulmonares esquerdo e direito. O pulmão direito desde o 10º EIC até ao 1º EIC, e o pulmão esquerdo desde o 10º EIC até ao 2º EIC como descrito por Ollivett and Buczinski (2016) para um exame ecográfico individual. Durante o exame ultrassonográfico, foram consideradas as referências anatômicas para o pulmão direito e esquerdo (referidas na tabela 2 e 3) a fim de sistematizar a avaliação ecográfica.

Tabela 2- Referências anatômicas para o pulmão direito durante o exame ultrassonográfico. Adaptado de Ollivett et al. (2015).

	Lobo pulmonar			
	Caudal	Médio	Porção caudal do lobo cranial	Porção cranial do lobo cranial
EIC-D ¹	6º - 10º	5º	3º - 4º	1º - 2º
RAV ²	Diafragma	JCC ³	Coração	Veia e artéria torácica interna

¹Espaço intercostal-direito. ²Referências anatômicas ventrais. ³Junção costocostal.

Tabela 3- Referências anatômicas para o pulmão esquerdo durante o exame ultrassonográfico. Adaptado de Ollivett et al. (2015).

	Lobo pulmonar		
	Caudal	Porção caudal do lobo cranial	Porção cranial do lobo cranial
EIC-E ¹	6º - 10º	4º - 5º	2º - 3º
RAV ²	Diafragma	JCC ³	Coração

¹Espaço intercostal-direito. ²Referências anatômicas ventrais. ³Junção costocostal.

Todos os lobos pulmonares foram avaliados quanto à presença de achados ecográficos. A porção caudal e cranial do lobo cranial esquerdo e direito foram avaliados individualmente. Classificou-se como “normal” os lobos pulmonares que apresentaram à ecografia uma linha pleural regular, contínua, com artefactos linhas A associados e sem quaisquer achados ecográficos apresentados na figura 4. Os achados ecográficos de “área de consolidação pulmonar”, “área anecogénica com cápsula definida” e “área hipocogénica com artefacto de cauda de cometa distal associado” foram submetidos a uma análise quantitativa e com base na sua dimensão (<1cm, 1-3cm ou >3cm), enquanto os achados “artefactos de cauda de cometa” foram quantificados em 0, <3 ou ≥3. A presença de “separação da linha pleural” foi registada e as lesões foram dimensionadas através da distância dorsal-ventral, utilizando a grelha de medição de cada um dos ecógrafos. O registo foi efetuado pelo autor no protocolo exibido na figura 4. Para este estudo, não foi realizada a distinção de artefactos cauda de cometa e artefactos linhas B, como anteriormente mencionado em estudos na área da Medicina Humana. Foram denominados de “artefactos de cauda de cometa” todos os achados ecográficos de sucessivas pequenas bandas hiperecogénicas muito próximas entre si, orientadas perpendicularmente ao feixe de ultrassons, sem consideração da sua atenuação em profundidade.

2.7. Tratamento dos animais incluídos no estudo

Foi registado o historial de tratamento até à data da avaliação clínica e do exame ultrassonográfico de todos os animais incluídos no estudo.

Foi documentado o tratamento após a avaliação clínica e ecográfica dos vitelos incluídos no estudo.

2.8. Acompanhamento clínico

Recolheu-se a informação clínica dos 43 vitelos da exploração A no período de 31 dias após a data da avaliação clínica e do exame ecográfico. Não foram recolhidas informações acerca do acompanhamento dos restantes animais incluídos no estudo.

2.9. Tratamento dos dados

Para cada vitelo do estudo foi calculada a pontuação respiratória total (PRT) de ambos os sistemas de pontuação clínica. No contexto do SPCW, foram estabelecidos três valores mínimos de PRT diferentes como critérios para classificar um vitelo como positivo para a DRB (≥5, ≥4 e 2 ou mais parâmetros clínicos com pontuação ≥2), como McGuirk (2008), Cramer and Ollivett (2019) e Gomes et al. (2021) apresentaram nos seus estudos. De forma a facilitar a análise dos dados foram atribuídas as siglas “SPCW5”, “SPCW4” ou “SPCW2p” para todos os vitelos classificados pelo SPCW utilizando, respetivamente, os diferentes critérios acima

referidos. Para o SPCC, os vitelos foram considerados positivos quando a pontuação respiratória total foi ≥ 5 .

Foram utilizados dois sistemas de pontuação ecográficos para avaliar cada vitelo: o SPE e o SPEP (conforme detalhado na tabela 4). De acordo com o sistema de pontuação

Tabela 4- Sistemas de pontuação ecográficos utilizados no estudo, o sistema de pontuação ecográfico (SPE) e o sistema de pontuação ecográfico prático (SPEP).

Pontuação	SPE	SPEP
0	Linha pleural regular com artefactos de linhas A, sem caudas de cometa e sem lesões de consolidação.	Linha hiperecogénica sem lesões de consolidação e com poucos ² ou sem artefactos de cauda de cometa.
1	Presença de artefactos de cauda de cometa ¹ , sem lesões de consolidação pulmonar.	Presença de artefactos de cauda de cometa difusos ³ , sem lesões de consolidação pulmonar.
2	Presença de lesão de consolidação < 1 cm.	Presença de lesão de consolidação lobular ⁴ .
3	Presença de lesão de consolidação 1 a 3 cm.	Presença de lesão de consolidação lobar ⁵ , afetando apenas 1 lobo.
4	Presença de lesão de consolidação > 3 cm.	Presença de lesão de consolidação lobar, afetando 2 lobos.
5	NA	Presença de lesão de consolidação lobar, afetando 3 ou mais lobos.

NA- Não Aplicável. ^{1,2,3,4 e 5} Critérios utilizados para o estudo. ¹<3 ou ≥ 3 ; ²<3; ³ ≥ 3 ; ⁴Consolidação <1cm ou 1-3cm; ⁵Consolidação >3cm;

ecográfico (SPE) descrito por Ollivett et al. (2015), atribuiu-se a cada vitelo uma pontuação ecográfica que varia de 0 a 4. Um vitelo pontuado com “0” apresentou todos os lobos pontuados com “0” enquanto aqueles classificados com “1”, “2”, “3” ou “4” tiveram pelo menos um lobo classificado com “1”, “2”, “3” ou “4”, respetivamente. O SPEP, a versão prática do SPE, pontua cada vitelo de 0 a 5, como relatado por Ollivett and Buczinski (2016). Um vitelo foi pontuado com “0” quando todos os lobos foram classificados com “0”, e pontuado com “1” ou “2” quando pelo menos um lobo recebeu a pontuação de “1” ou “2”, respetivamente. Uma pontuação igual ou superior a 3 dependeu do número de lobos afetados. De forma a parametrizar a atribuição de pontuações, foram estabelecidos critérios para cada pontuação ecográfica como observado na legenda da tabela 4. Para o SPE, foram classificados como “positivo” todos os vitelos que apresentavam pontuações ecográficas ≥ 1 , e como “negativo” todos os vitelos classificados com “0”. Para o SPEP, todos os vitelos foram classificados como “positivo” ou “negativo”, se apresentaram pontuações ≥ 2 ou ≤ 1 , respetivamente. Outros achados ecográficos como “irregularidade da linha pleural”, “separação da linha pleural”, “área

anecogénica com cápsula definida” e “área hipoecogénica com artefacto de cauda de cometa distal associado” foram identificados à parte destes sistemas de pontuação, já que não estão incluídos nos mesmos.

2.10. Análise estatística

Todos os dados foram inseridos e organizados na plataforma Microsoft® Office Excel 365 e posteriormente transferidos para os softwares estatísticos SPSS versão 29.0.0.0. (IBM Corp.) e SAS 9.4 (SAS Institute Inc.).

Foi realizada uma análise descritiva dos achados ecográficos não incluídos nos sistemas de pontuação ecográficos, como “separação da linha pleural”, “irregularidade da linha pleural”, “área anecogénica com cápsula definida” e “área hipoecogénica com artefacto de cauda de cometa distal associado”, esta última definida como “alveograma de fluido superficial” de forma a simplificar a sua denominação. Foram obtidas as médias, valor mínimo e valor máximo para a idade dos vitelos e para os quatro sistemas de pontuação, o SPCW, o SPCC, o SPE e o SPEP.

Uma análise descritiva foi realizada para a história de DRB ou de diarreia neonatal, à semelhança do tratamento após ecografia. Não se procedeu à correlação entre a história de DRB ou de diarreia neonatal com os sistemas de pontuação pelo facto de os critérios de registo de tratamento prévio terem sido díspares entre as vacarias. Para além disso, não foi avaliada a relação entre os sistemas de pontuação e o tratamento após ecografia, dado que o número de animais tratados foi insuficiente para a análise.

Para atender aos objetivos do estudo, foram conduzidos dois testes de correlação. O teste sobre o coeficiente de correlação linear de Pearson foi utilizado no sentido de avaliar a associação entre duas variáveis quantitativas, neste caso entre os sistemas de pontuação clínicos e os ecográficos. Para tal, foram utilizadas variáveis binárias para cada um dos sistemas de classificação. A cada sistema foi atribuída a classificação de 1 ou 0, para positivo ou negativo à DRB, respetivamente, de acordo com os critérios de cada sistema. Assim, a cada vitelo foi atribuída a classificação de 1 ou 0 para o SPCW5, o SPCW4, o SPCW2p, o SPCC, o SPE e o SPEP. O segundo teste de correlação, o teste sobre o coeficiente de correlação ordinal de Spearman, permitiu estudar a associação entre duas variáveis ordinais, tal como utilizada no estudo de Buczinski et al. (2014). Foi testada a correlação entre cada sistema de pontuação clínico e ecográfico tendo-se atribuído a cada vitelo a pontuação entre 0 e 15 para o SPCW, entre 0 e 17 para o SPCC, entre 0 e 4 para o SPE e entre 0 e 5 para o SPEP, de acordo com o valor mínimo e máximo de cada sistema de pontuação.

A representação gráfica da *performance* de cada sistema de classificação clínico (SPCW e SPCC) foi realizada através da curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*). O valor da AUC (*Area Under the Curve*) permitiu quantificar o desempenho de cada sistema de pontuação clínico, com base na sua curva ROC, ambos utilizando o sistema de pontuação

ecográfico prático (SPEP) como teste de referência para o diagnóstico da DRB. A escolha deste sistema para o teste de referência (*gold standard*) deveu-se à sua potencial aplicabilidade prática, conferindo maior utilidade na clínica de bovinos. O índice de *Youden* foi utilizado como critério para selecionar o *cut-off* ótimo dos dois sistemas de pontuação clínicos para classificar um animal como positivo ou negativo pelo SPEP.

A curva de *Kaplan-Meier* foi utilizada para representar graficamente a probabilidade ou a taxa de sobrevivência dos 43 vitelos acompanhados durante o período de 31 dias após a ecografia. Neste contexto, foi avaliada a probabilidade de um vitelo permanecer vivo ou morrer “x” dias após ser classificado como positivo (1) ou negativo (0) à ecografia, segundo o SPEP. No seguimento deste gráfico, o *Cox Proportional Hazards Model* e o *Log Rank test* foram utilizados no sentido de obter evidência de que existiu ou não diferença entre as curvas de *Kaplan-Meier* para os vitelos classificados como positivos ou negativos. O *Hazards ratio* foi calculado com o intuito de avaliar o risco de um vitelo saudável morrer nos 31 dias seguintes à ecografia em relação ao risco de um vitelo doente morrer. Novamente, para este cálculo, assumiu-se como “doentes” todos os vitelos positivos ao SPEP.

Por fim, realizou-se um gráfico que apresenta o perfil da doença respiratória dos vitelos incluídos no estudo, segundo a classificação de Ollivett and Buczinski (2016), que incorpora os sistemas de pontuação clínicos a um sistema de pontuação ecográfico, de forma a distinguir infecção do trato respiratório superior (ITRS), pneumonia clínica e pneumonia subclínica.

3. Resultados

No estudo, foram avaliados 58 vitelos, com uma média de idade de aproximadamente 24 dias (23,91 dias), variando entre 1 e 95 dias. Quanto ao sexo, 72,4% eram fêmeas e 27,6% eram machos.

A pontuação clínica média foi cerca de 3 (2,74) para o SPCW e aproximadamente 2 (2,48) para o SPCC. A pontuação para o SPCW variou de 0 a 7, enquanto para o SPCC variou de 0 a 9. Para os sistemas de pontuação ecográficos, a média da pontuação foi de 1 para os ambos os sistemas (1,31 para o SPE e 1,05 para o SPEP). Zero foi o valor mínimo de pontuação para os dois sistemas, enquanto 4 e 5 foram as pontuações máximas para o sistema SPE e SPEP, respetivamente. A idade média dos vitelos identificados como “positivo” pelo SPEP foi de 25,09 dias.

Todos os achados ecográficos de “alveograma de fluido superficial” (figura 5) mediram menos de 1 cm, enquanto todos os achados de “área anecogénica com cápsula definida” (figura 6) variaram entre 1 e 3 cm. O achado “separação da linha pleural” (figura 7) foi observado em 3 vitelos e a irregularidade da superfície pleural foi observada em 12 vitelos. As frequências dos achados ecográficos não incluídos nos sistemas de pontuação ecográficos estão descritas no gráfico 1. As figuras 8 e 9 mostram lesões de consolidação observadas no presente estudo.

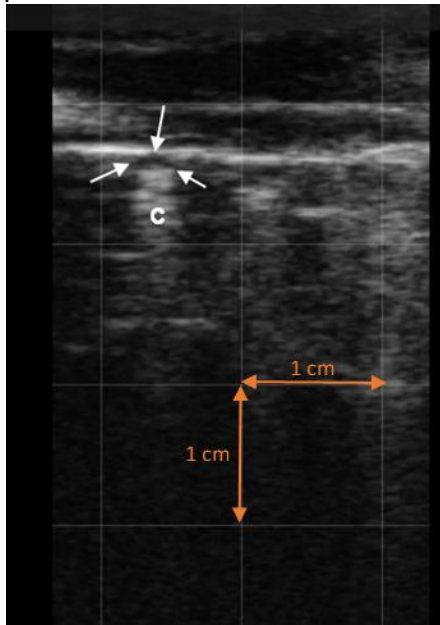


Figura 5- Imagem ecográfica de alveograma de fluido superficial. Imagem original. Rodeada por setas brancas, é possível observar uma área hipocogénica (distância dorsal-ventral de 0,13 cm), com artefacto de cauda de cometa distal associado (C).

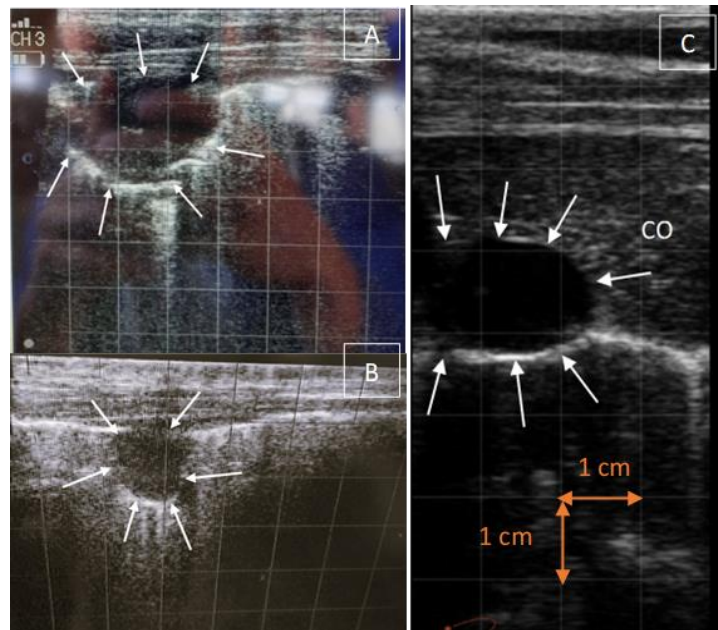


Figura 6 (A, B e C) - Imagens ecográficas de áreas anecogénicas (setas brancas) com cápsula definida, sugestivas de abscessos. Imagens originais. C – Área anecogénica (distância dorsal-ventral de 1,43 cm) e presença de área de consolidação pulmonar (CO).

Gráfico 1- Número de vitelos em função dos achados ecográficos

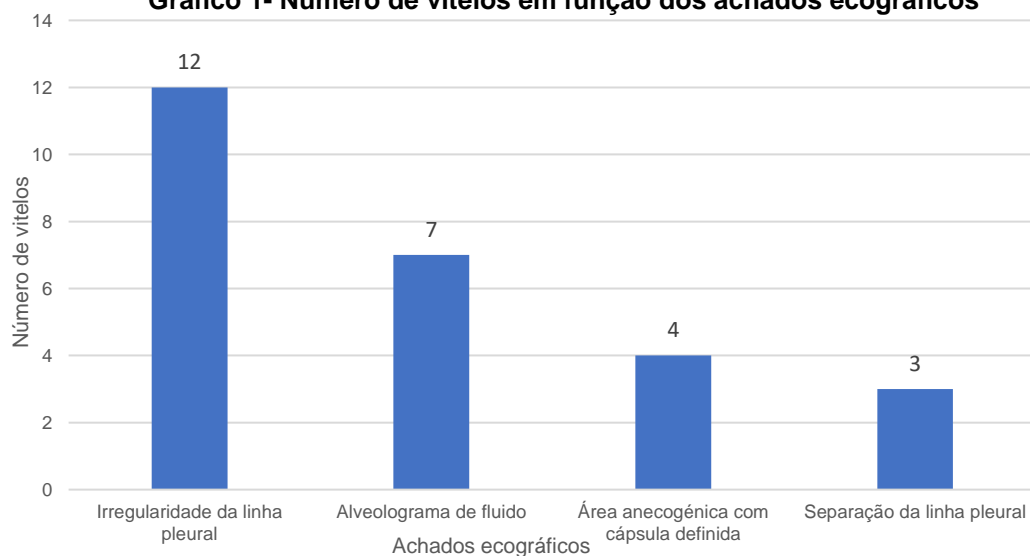
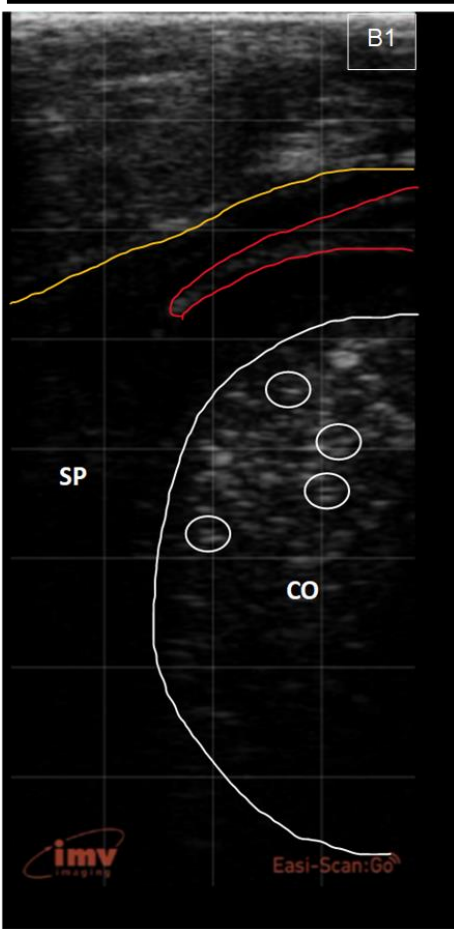
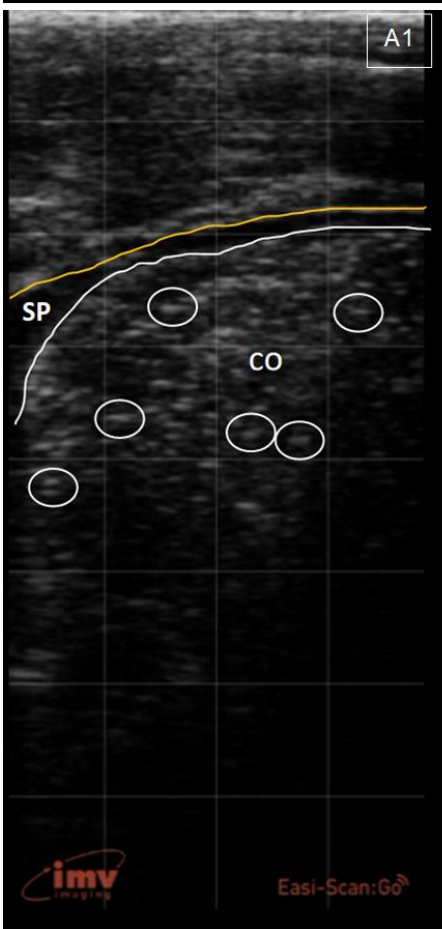
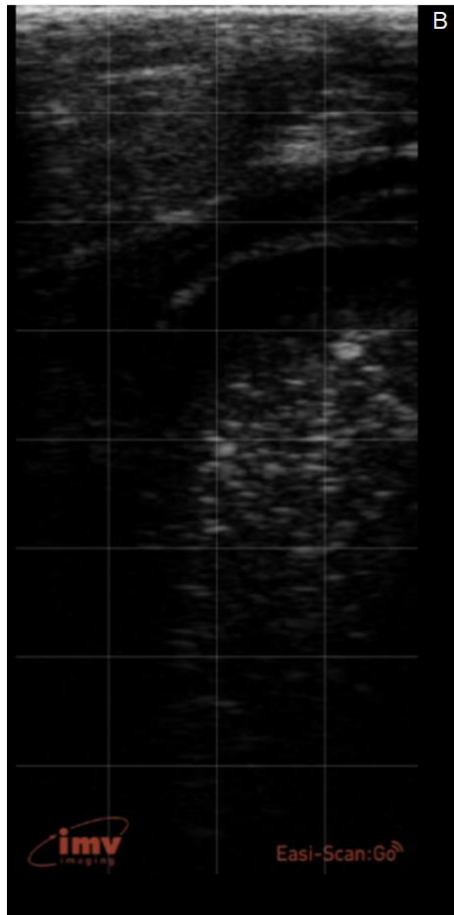
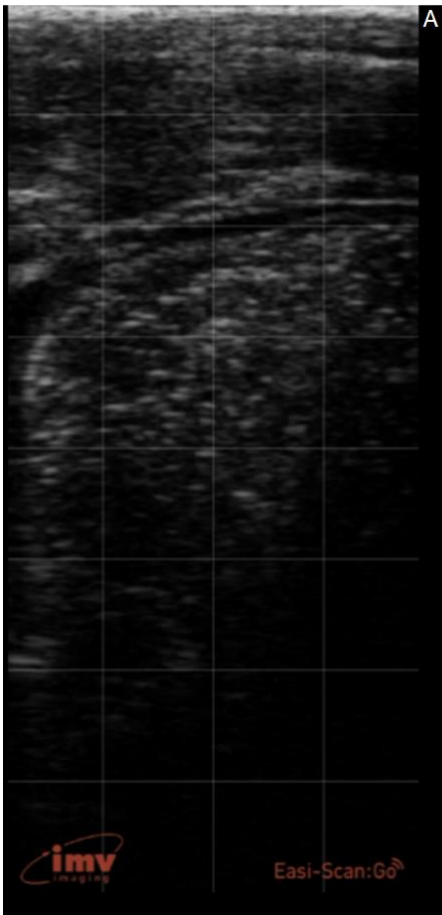


Figura 7 – Imagens ecográficas do 4º espaço intercostal (EIC) esquerdo de um vitelo com separação da linha pleural e consolidação pulmonar (A e B) e respectiva esquematização (A1 e B1). Imagens originais.



(A) - Vitelo em inspiração. (B) - vitelo em expiração. Figuras A1 e B1: CO - zona de consolidação pulmonar (delimitada por linha contínua branca), SP- Presença de área anecogénica que indica a presença de separação da linha pleural, sugestivo de efusão pleural. Observa-se uma fina banda hiperecogénica (delimitada por linha vermelha) que flutua no espaço pleural e é indicativo da presença de fibrina. Vários focos hiperecogénicos (assinados com círculos brancos) representam brônquios, bronquíolos ou alvéolos que permanecem preenchidos de ar, denominados broncoaerogramas. Linha amarela representa a pleura parietal.

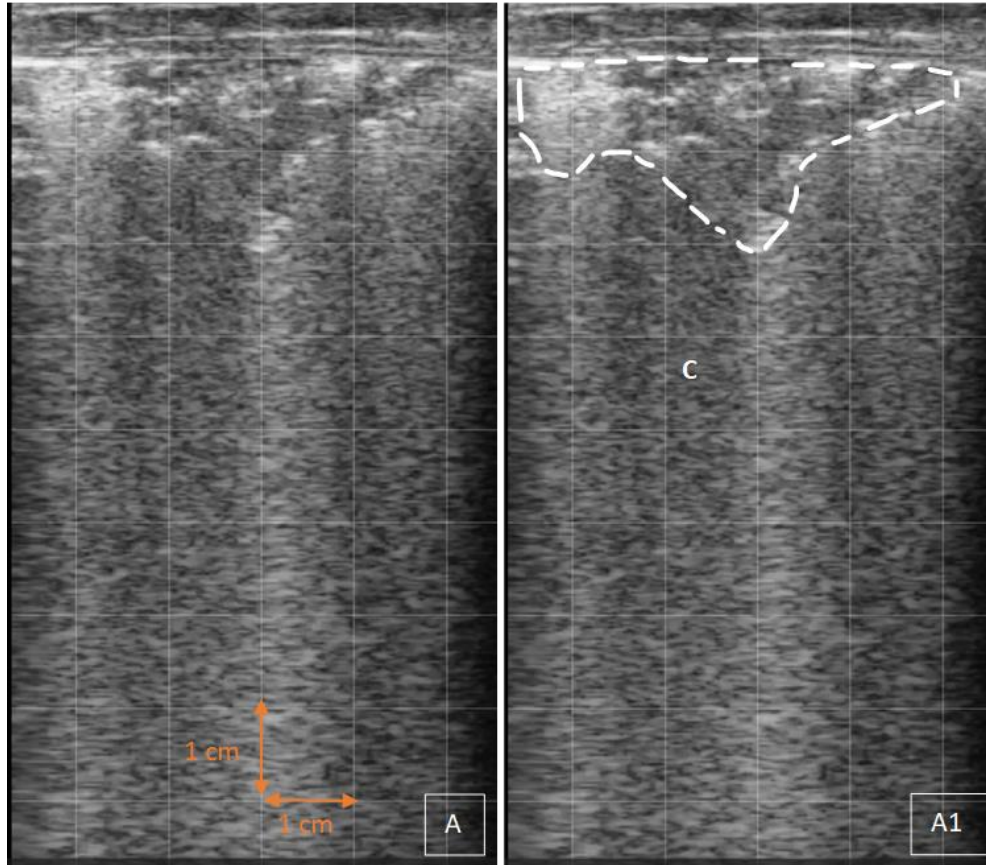


Figura 8 - Imagem ecográfica de área de consolidação pulmonar com artefacto de cauda de cometa distal associado (C). Imagem original. A1 – Imagem anotada de A. Área de consolidação pulmonar (delimitada por forma pontilhada de cor branco) com distância dorsal-ventral de 2,06 cm.

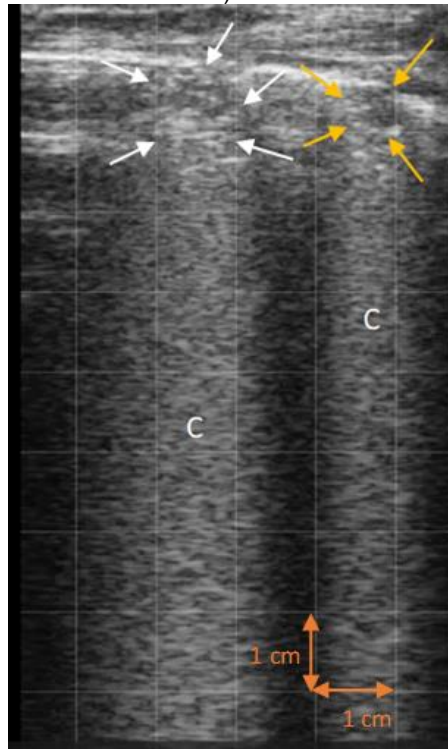


Figura 9 - Imagem ecográfica de duas áreas consolidação na superfície pulmonar com artefactos de cauda de cometa distais associados (C). Imagem original. Área de consolidação pulmonar com distância dorsal-ventral de 1,08 cm (setas brancas). Área de consolidação pulmonar com distância dorsal-ventral de 0,83 cm (setas amarelas).

Dos vitelos incluídos no estudo, 8 tinham história de DRB e 7 tinham história de diarreia neonatal. Registou-se que apenas 5 vitelos foram tratados após ecografia, destes, 3 com tularomicina, 1 com benzilpenicilina procaína, dihidroestreptomicina e flunixinina meglumina, e 1 com carprofeno e amoxicilina.

Para a correlação entre os sistemas de pontuação clínicos e os sistemas de pontuação ecográficos, assumindo as variáveis como ordinais, o teste de correlação de Spearman foi utilizado em detrimento do teste de correlação de Pearson pelo facto das variáveis ordinais não terem assumido uma distribuição normal ($p < 0,05$) nos testes de *Shapiro-Wilk* e *Kolmogorov-Smirnov*, como mostra a tabela 5.

Tabela 5- Testes de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* e *Shapiro-Wilk*.

	<i>Kolmogorov-Smirnov</i> ^a			<i>Shapiro-Wilk</i>		
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
SPCW	0,223	58	<0,001	0,918	58	<0,001
SPCC	0,267	58	<0,001	0,833	58	<0,001
SPE	0,255	58	<0,001	0,782	58	<0,001
SPEP	0,338	58	<0,001	0,743	58	<0,001

a - Correlação de significância de Lilliefors. Valor de $p < 0,05$, pelo que a hipótese nula é rejeitada (variável assume distribuição não normal).

Os coeficientes de correlação de Pearson e de Spearman variam de -1 a +1, que corresponde a uma correlação muito forte negativa e a uma correlação muito forte positiva, respetivamente. O valor 0 indica ausência de correlação. Segundo os valores da tabela 6 classificou-se a força de correlação com base no valor do coeficiente de correlação.

Tabela 6- Classificação da força de correlação utilizada para o presente estudo.

Valor de correlação	Força de correlação
0,00 – 0,199	Muito fraca
0,20 – 0,399	Fraca
0,40 - 0,599	Moderada
0,60 – 0,799	Forte

Os resultados do teste sobre o coeficiente de correlação linear de Pearson, utilizado para variáveis binárias (positivo/negativo) para cada um dos sistemas de classificação, e os resultados do teste sobre o coeficiente de correlação ordinal de Spearman estão apresentados na tabela 7 e 8, respetivamente. O teste sobre o coeficiente de correlação linear de Pearson permitiu correlacionar os sistemas de pontuação clínicos com os sistemas de pontuação ecográficos através da atribuição de variáveis binárias. Observando a tabela 7 foi possível inferir que existiu uma correlação forte, estatisticamente significativa, dos sistemas de pontuação clínicos entre si e dos sistemas de pontuação ecográficos entre si ($p < 0,01$).

Tabela 7- Teste de correlação de Pearson para variáveis binárias

		SPCW5	SPCW4	SPCW2p	SPCC	SPE	SPEP
SPCW5	Corr. Pearson ¹	1	0,665**	0,904**	0,849**	0,306*	0,451**
	Sig. (2 extr. ²)		<0,001	<0,001	<0,001	0,019	<0,001
	N	58	58	58	58	58	58
SPCW4	Corr. Pearson ¹	0,665**	1	0,601**	0,660**	0,204	0,324*
	Sig. (2 extr. ²)	<0,001		<0,001	<0,001	0,125	0,013
	N	58	58	58	58	58	58
SPCW2p	Corr. Pearson ¹	0,904**	0,601**	1	0,768**	0,277*	0,408**
	Sig. (2 extr. ²)	<0,001	<0,001		<0,001	0,035	0,001
	N	58	58	58	58	58	58
SPCC	Corr. Pearson ¹	0,849**	0,660**	0,768**	1	0,361*	0,531**
	Sig. (2 extr. ²)	<0,001	<0,001	<0,001		0,005	<0,001
	N	58	58	58	58	58	58
SPE	Corr. Pearson ¹	0,306*	0,204	0,277*	0,361**	1	0,679**
	Sig. (2 extr. ²)	0,019	0,125	0,035	0,005		<0,001
	N	58	58	58	58	58	58
SPEP	Corr. Pearson ¹	0,451**	0,324*	0,408**	0,531**	0,679*	1
	Sig. (2 extr. ²)	<0,001	0,013	0,001	<0,001	<0,001	
	N	58	58	58	58	58	58

¹Correlação de Pearson. ² extremidades. N- Número de observações. Sig. – Significância. **. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades). *. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades). SPCW2p - Sistema de Pontuação Clínica de Wisconsin (positivo quando 2 parâmetros clínicos ≥ 2); SPCW4- Sistema de Pontuação Clínica de Wisconsin (positivo quando PRT ≥ 4); SPCW5- Sistema de Pontuação Clínica de Wisconsin (positivo quando PRT ≥ 5). SPE- Sistema de pontuação ecográfica; SPEP – Sistema de pontuação ecográfica prático.

Entre os sistemas de pontuação clínicos, o valor de correlação de Pearson variou de 0,601 a 0,904 pelo que existiu uma correlação positiva, forte a muito forte, entre os sistemas de pontuação clínicos. Relativamente aos sistemas de pontuação ecográficos, o

valor de correlação de Pearson entre o SPE e o SPEP foi de 0,679 pelo que existiu uma correlação estatisticamente significativa forte e positiva entre os dois sistemas de pontuação ecográficos.

Outro dado da tabela 7 mostra que existiu uma correlação estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os sistemas de pontuação clínicos e os sistemas de pontuação ecográficos, exceto entre o SPCW4 e o SPE ($p > 0,05$).

Tabela 8 – Coeficiente de correlação de Spearman para variáveis ordinais

		SPCW	SPCC	SPE	SPEP
SPCW	Coeficiente de Correlação	1,000	0,780**	0,144	0,125
	Sig. (2 extremidades)		<0,001	0,281	0,350
	N	58	58	58	58
SPCC	Coeficiente de Correlação	0,780**	1,000	0,198	0,233
	Sig. (2 extremidades)	<0,001		0,137	0,079
	N	58	58	58	58
SPE	Coeficiente de Correlação	0,144	0,198	1,000	0,922**
	Sig. (2 extremidades)	0,281	0,137		<0,001
	N	58	58	58	58
SPEP	Coeficiente de Correlação	0,125	0,233	0,922**	1,000
	Sig. (2 extremidades)	0,350	0,079	<0,001	
	N	58	58	58	58

N – Número de observações. Sig. – Significância.

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

O segundo teste de correlação, o teste sobre o coeficiente de correlação ordinal de Spearman, permitiu estudar a associação entre variáveis ordinais, entre os sistemas de pontuação clínicos (SPCW e SPCC) e os sistemas de pontuação ecográficos (SPE e SPEP). A tabela 8 mostra que a correlação foi estatisticamente significativa, com um valor de p inferior a 0,01, entre o SPCW e o SPCC e entre o SPEP e o SPE. O coeficiente de correlação de Spearman foi de 0,780 e 0,922, respetivamente. Assim, existiu uma correlação forte entre os dois sistemas de pontuação clínicos e uma correlação muito forte entre os dois sistemas de pontuação ecográficos quando se consideraram as variáveis como ordinais. No entanto, não houve correlação estatisticamente significativa entre os sistemas de pontuação clínicos e os sistemas de pontuação ecográficos ($p > 0,05$) quando as variáveis foram tratadas como ordinais.

A curva ROC e a AUC dos gráficos 2 e 3 representam o desempenho do SPCC e do SPCW, respetivamente, considerando o SPEP como teste de referência para o diagnóstico da DRB. O valor da AUC, classificado segundo a tabela 9, para o SPCC foi de 0,6474 (fraco) e para o SPCW foi de 0,5783 (nulo).

Gráfico 2 - Curva ROC e respetiva AUC do sistema de pontuação clínica de Califórnia (SPCC) em relação ao teste de referência, o sistema de pontuação ecográfico prático (SPEP).

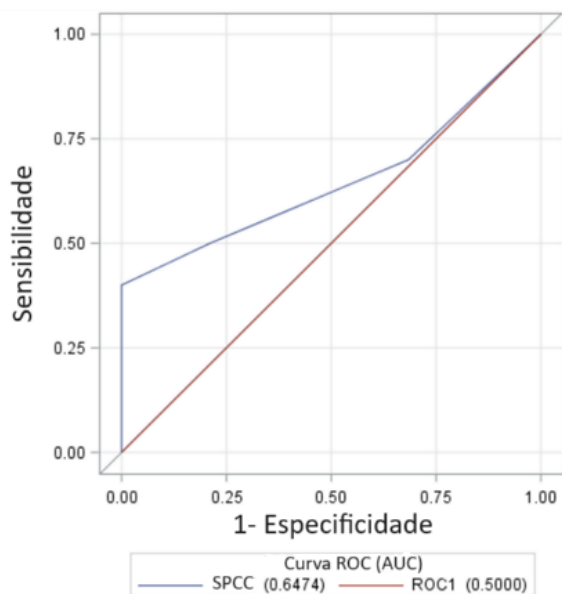


Gráfico 3 – Curva ROC e respetiva AUC do sistema de pontuação clínica de Wisconsin (SPCW) em relação ao teste de referência, o sistema de pontuação ecográfico prático (SPEP).

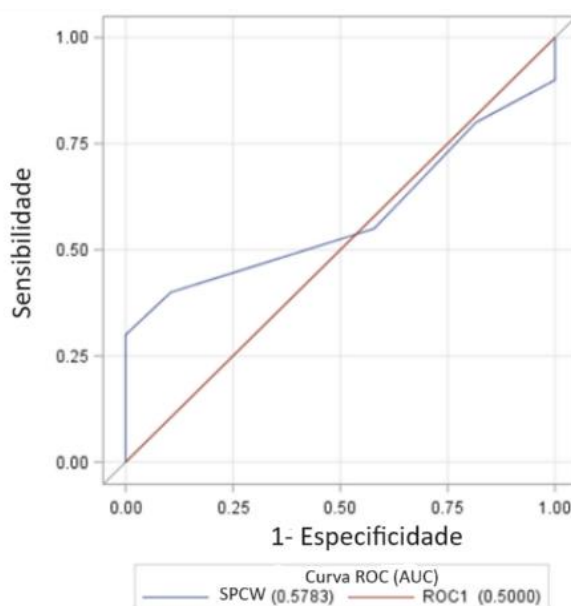


Tabela 9- Classificação do valor de AUC utilizada para o presente estudo.

AUC	Classificação
0,90 - 1,00	Excelente
0,80 - 0,90	Boa
0,70 - 0,80	Suficiente
0,60 - 0,70	Fraca
< 0,60	Nula

Na tabela 10 e 11 é possível observar o índice de *Youden* para os diferentes *cut-offs* do SPCC e do SPCW, respetivamente, para considerar positivo ou negativo à ecografia, recorrendo ao SPEP. O melhor *cut-off* é definido como tendo o maior valor de índice de *Youden*, valor que define que a sensibilidade e a especificidade são equilibradas para alcançar o melhor desempenho. O maior valor de índice de *Youden* foi de 0,40000 e de 0,30000 para o SPCC e para o SPCW, respetivamente.

Tabela 10 – Índice de Youden para os diferentes cut-offs do sistema de pontuação clínica de Califórnia (SPCC).

Obs	Curva	PROB	POS	NEG	FPOS	FNEG	SENSIB	1-ESP	ESP	J	DIFF
1	SPCC	0,83196	1	38	0	19	0,05	0,00000	1,00000	0,05000	0,95000
2	SPCC	0,77651	4	38	0	16	0,20	0,00000	1,00000	0,20000	0,80000
3	SPCC	0,70916	7	38	0	13	0,35	0,00000	1,00000	0,35000	0,65000
4	SPCC	0,63115	8	38	0	12	0,40	0,00000	1,00000	0,40000	0,60000
5	SPCC	0,45731	10	30	8	10	0,50	0,21053	0,78947	0,28947	0,28947
6	SPCC	0,29329	14	12	26	6	0,70	0,68421	0,31579	0,01579	0,38421
7	SPCC	0,16970	20	0	38	0	1,00	1,00000	0,00000	0,00000	1,00000
8	ROC1	0,34483	20	0	38	0	1,00	1,00000	0,00000	0,00000	1,00000

Obs: valor da escala; PROB: Probabilidade; POS: positivos; NEG: negativos; FPOS: falsos positivos; FNEG: falsos negativos; SENSIB: sensibilidade; 1-ESP: 1- Especificidade; ESP: Especificidade; J: Índice de Youden; DIFF: Especificidade – Sensibilidade. SPCC – Sistema de pontuação clínica de Califórnia;

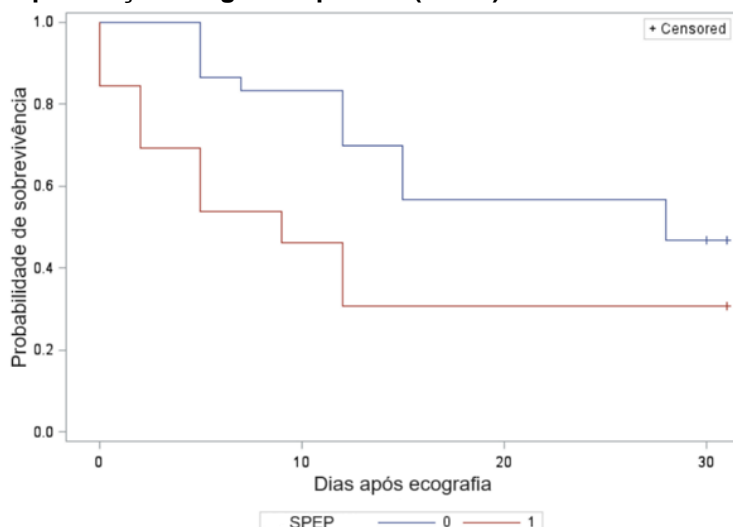
Tabela 11 – Índice de Youden para os diferentes cut-offs do sistema de pontuação clínica de Wisconsin (SPCW).

Obs	Curva	PROB	POS	NEG	FPOS	FNEG	SENSIB	1-ESP	ESP	J	DIFF
1	SPCW	0,68512	1	38	0	19	0,05	0,00000	1,00000	0,05000	0,95000
2	SPCW	0,60754	4	38	0	16	0,20	0,00000	1,00000	0,20000	0,80000
3	SPCW	0,52412	6	38	0	14	0,30	0,00000	1,00000	0,30000	0,70000
4	SPCW	0,43933	8	34	4	12	0,40	0,10526	0,89474	0,29474	0,49474
5	SPCW	0,35795	11	16	22	9	0,55	0,57895	0,42105	-0,02895	0,12895
6	SPCW	0,28400	16	7	31	4	0,80	0,81579	0,18421	-0,01579	0,61579
7	SPCW	0,22009	18	0	38	2	0,90	1,00000	0,00000	-0,10000	0,90000
8	SPCW	0,16720	20	0	38	0	1,00	1,00000	0,00000	0,00000	1,00000
9	ROC1	0,34483	20	0	38	0	1,00	1,00000	0,00000	0,00000	1,00000

Obs: valor da escala; PROB: Probabilidade; POS: positivos; NEG: negativos; FPOS: falsos positivos; FNEG: falsos negativos; SENSIB: sensibilidade; 1-ESP: 1- Especificidade; ESP: Especificidade; J: Índice de Youden; DIFF: Especificidade – Sensibilidade; SPCW- Sistema de pontuação clínica de Wisconsin;

A curva de *Kaplan-Meier* dos 43 vitelos acompanhados durante o período de 31 dias após a recolha de dados (gráfico 4) e os valores de p da tabela 12 e 13 indicam que existiu uma tendência ($0,05 < p < 0,1$), em que os vitelos classificados como negativos à ecografia pelo SPEP tiveram uma probabilidade de sobrevivência superior aos vitelos classificados como positivos à ecografia, ao longo de um período de 31 dias. Apesar de não existir uma diferença estatisticamente significativa entre as curvas de *Kaplan-Meier* ($p > 0,05$), tendencialmente, um vitelo saudável (negativo ao SPEP) apresentou um risco de morrer de 0,469 vezes o risco de um vitelo doente (positivo ao SPEP) morrer num período de 31 dias (tabela 13).

Gráfico 4 – Curva de Kaplan-Meier dos 43 vitelos acompanhados no período de 31 dias após a ecografia, classificados segundo o sistema de pontuação ecográfico prático (SPEP).



0- Negativo. 1- Positivo.

Tabela 13 – Cox Proportional Hazards Model (CPHM) e Hazard ratio dos 43 vitelos acompanhados, durante o período de 31 dias após a ecografia, classificados segundo o sistema de pontuação ecográfico prático (SPEP).

Parâmetro	Valor	DF	Estimativa de parâmetro	Erro padrão	Qui-Quadrado	Valor p	Hazard Ratio	Intervalo de confiança 95% para Hazard ratio
SPEP	0	1	-0,75767	0,41890	3,2714	0,0705	0,469	0,206 1,065

DF- Degrees of freedom. SPEP – Sistema de pontuação ecográfico prático.

Tabela 12 – Log Rank Test dos 43 vitelos acompanhados no período de 31 dias após a ecografia, classificados segundo o sistema de pontuação ecográfico prático (SPEP).

Teste	Qui-Quadrado	DF	Valor de p
Log-Rank	3,6172	1	0,0572

DF- Degrees of freedom.

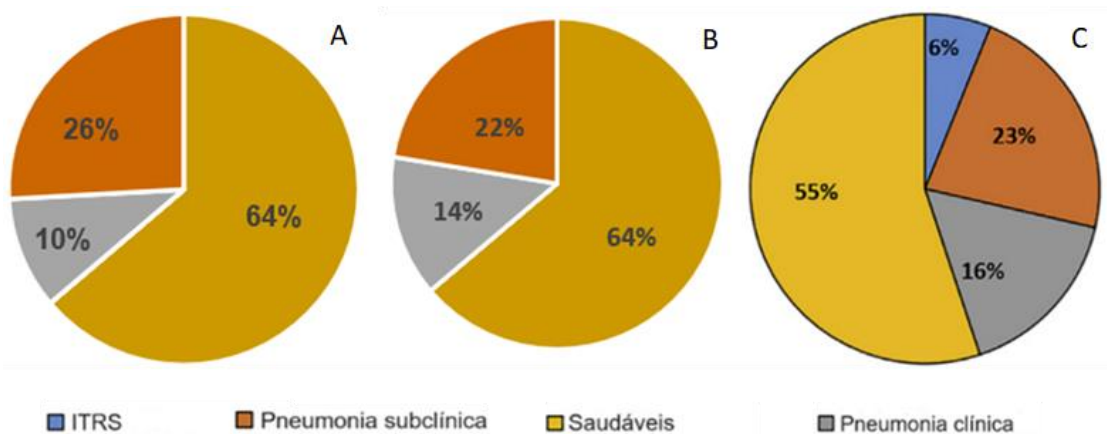
A tabela 14 indica os animais considerados positivos/negativos considerando os diferentes sistemas de pontuação e seus critérios. 20 vitelos foram considerados positivos pelo SPEP e 32 vitelos foram considerados positivos pelo SPE. Apenas 10% e 20% dos vitelos incluídos no estudo foram considerados positivos pelo SPCW e SPCC, respetivamente.

Tabela 14 – Vitelos positivos/negativos com base nos diferentes sistemas de pontuação e critérios.

Positivos (%)	10,35	20,69	8,60	13,79	(SPE = 1): $\frac{12}{58} = 20,69$	(SPEP = 2) $\frac{11}{58} = 18,96$
					(SPE = 2): $\frac{5}{58} = 8,62$	(SPEP = 3) $\frac{3}{58} = 5,17$
					(SPE = 3): $\frac{6}{58} = 10,34$	(SPEP = 4) $\frac{5}{58} = 8,62$
					(SPE = 4): $\frac{9}{58} = 15,51$	(SPEP = 5) $\frac{1}{58} = 1,72$
					Total: 55,17	Total: 34,50
Negativos (%)	89,65	79,31	91,40	86,21	44,83	65,50

O gráfico 5 apresenta o perfil da doença respiratória dos vitelos incluídos no estudo, segundo a classificação de Ollivett and Buczinski (2016), incorporando os sistemas de pontuação clínicos (SPCW e SPCC) ao sistema de pontuação ecográfica prático (SPEP), de forma a distinguir infecção do trato respiratório superior (ITRS), pneumonia clínica e pneumonia subclínica. Neste contexto, a ITRS é definida quando um vitelo é positivo a um sistema de pontuação clínica e tem uma pontuação ecográfica normal, a pneumonia clínica quando é positivo a um sistema de pontuação clínica e tem uma pontuação ecográfica anormal, e pneumonia subclínica quando a pontuação clínica é normal e a pontuação ecográfica anormal.

Gráfico 5- (A e B) - Perfil da doença respiratória dos vitelos incluídos no estudo, segundo a classificação de Ollivett and Buczinski (2016). (C)- Perfil típico da doença respiratória descrito no estudo de Ollivett and Buczinski (2016).



A – Perfil da DRB incorporando o SPCW ao SPEP de forma a distinguir ITRS, pneumonia clínica e pneumonia subclínica. B- Perfil da DRB incorporando o SPCC ao SPEP de forma a distinguir ITRS, pneumonia clínica e pneumonia subclínica. C- Perfil típico da DRB para vitelos de uma vacaria com 2700 vacas em lactação, descrito no estudo de Ollivett and Buczinski (2016). ITRS – Infecção do trato respiratório superior.

4. Discussão

Este estudo visou primeiramente avaliar a relação entre a ultrassonografia torácica e a avaliação clínica abreviada, por meio de sistemas de pontuação clínicos, no diagnóstico da doença respiratória bovina (DRB) em vitelos leiteiros. De seguida, pretendeu-se avaliar o desempenho de dois sistemas de pontuação clínica na previsão de uma pontuação ecográfica para a DRB. Além disso, pretendeu-se avaliar a mortalidade após exame ecográfico e inferir sobre a prevalência da doença respiratória clínica e subclínica.

Observando os resultados do teste sobre o coeficiente de correlação linear de Pearson (tabela 7) foi possível inferir que existiu uma correlação forte a muito forte dos sistemas de pontuação clínicos entre si e dos sistemas de pontuação ecográficos entre si. Isto é, existiu uma forte tendência para classificar um vitelo como “positivo” ou “negativo” segundo um sistema de pontuação ecográfico quando se classifica como “positivo” ou “negativo”, respetivamente, o mesmo vitelo por outro sistema de pontuação ecográfico. Ainda assim, seria expectável a existência desta correlação positiva entre sistemas de pontuação que têm por base o mesmo tipo de avaliação. O SPCW e o SPCC pontuam os mesmos sinais clínicos, à exceção do parâmetro da respiração, tal como o SPEP e o SPE se baseiam nos mesmos achados ecográficos, na presença de lesões de consolidação pulmonar, pelo que é esperado que o coeficiente de correlação de Pearson se aproxime do “+1”. A mesma ideia se aplicou aos diferentes critérios do SPCW utilizados para classificar os vitelos como “positivo”.

Outro dado da tabela 7 mostra que comparando os sistemas de pontuação clínicos com o SPE, o valor de p (entre 0,05 e 0,01) sugere que existiu uma evidência moderada contra a hipótese nula, ao contrário de quando comparando os sistemas de pontuação clínicos com o SPEP, cujo valor de p ($<0,01$) sugere evidência forte contra a hipótese nula. Assim, existiu evidência estatisticamente mais forte e maior confiança na rejeição da hipótese nula quando se comparou os sistemas de pontuação clínicos com o SPEP. O coeficiente de correlação de Pearson foi maior quando comparando os sistemas de pontuação clínicos com o SPEP. O coeficiente de correlação foi maior entre o SPCC e o SPEP (0,531) seguido entre o SPCW5 e o SPEP (0,451), ambas correlações positivas moderadas. Portanto, foi possível afirmar que, para o presente estudo, quando se classificou um vitelo, segundo o SPCC ou o SPCW5, como “positivo” ou “negativo” existiu uma tendência moderada para classificar o mesmo vitelo como “positivo” ou “negativo”, respetivamente, segundo o SPEP.

O teste sobre o coeficiente de correlação ordinal de Spearman (tabela 8) mostra que existiu uma correlação forte entre os dois sistemas de pontuação clínicos e uma correlação muito forte entre os dois sistemas de pontuação ecográficos quando se consideraram as variáveis como ordinais. Por outras palavras, existiu uma forte tendência para que quanto maior ou menor fosse a pontuação clínica de um vitelo classificado com o SPCW, maior ou menor, respetivamente, era a pontuação do mesmo vitelo classificado com o SPCC.

Novamente, estes sistemas têm por base os mesmos critérios de avaliação, pelo que seria previsível que o seu coeficiente de correlação fosse forte e positivo.

No entanto, como observado na tabela 8, não existiu correlação entre os sistemas de pontuação clínicos e os sistemas de pontuação ecográficos quando as variáveis foram tratadas como ordinais. Ou seja, não foi identificada qualquer relação entre o aumento ou diminuição da pontuação clínica e o aumento ou diminuição correspondente da pontuação ecográfica, e vice-versa. Apesar destes resultados não estarem concordantes com os de estudos anteriores (Buczinski et al. 2014; Hussein et al. 2018), que mostraram uma correlação estatisticamente significativa fraca e positiva, importa referir que a ultrassonografia deteta com precisão lesões pulmonares em vitelos com doença subclínica (Ollivett et al. 2015), vitelos classificados como “negativo” pelos sistemas de pontuação clínica. Ainda assim, os sistemas de pontuação ecográficos e clínicos avaliam parâmetros distintos, tendo por base diferentes escalas e ponderações.

Como se pode constatar, apenas se evidenciou uma correlação estatisticamente significativa entre os sistemas de pontuação clínicos e os sistemas de pontuação ecográficos quando as variáveis foram tratadas como binárias (positivo/negativo). Uma das razões é a possibilidade de os *outliers* da escala de pontuação clínica terem tido maior impacto na correlação de variáveis ordinais em comparação com as variáveis de correlação binária, que tendem a ser mais robustas contra os *outliers*. Em segundo lugar, devido à simplificação da informação e consequente perda de informação que ocorre quando se convertem variáveis ordinais em variáveis “positivo” ou “negativo” (binárias). Em terceiro lugar, pelo facto da força de correlação e a significância estatística dependerem do tamanho da amostra, principalmente as variáveis ordinais. Em estudos com amostras reduzidas, como o presente estudo, a variabilidade dos dados pode ter tido um impacto significativo nos resultados, dificultando a identificação de diferenças estatisticamente significativas.

A curva ROC e o valor da AUC dos gráficos 2 e 3 revelaram que, quando escolhido o SPEP como *gold standard*, o SPCC mostrou ser melhor sistema de classificação do que o SPCW apesar de ter sido fraco (0,6474) ou inútil (0,5783), respetivamente, para “prever” uma pontuação positiva ou negativa à ecografia, segundo o SPEP.

A tabela 10 mostra que para o SPCW o terceiro valor da escala, neste caso o número 5, foi o valor que permitiu obter 30% de sensibilidade e 100% de especificidade ($J = 0,30000$). Ou seja, assumindo o *cut-off* de 5, foram classificados 6 vitelos como positivos pelo SPCW que também foram classificados como positivos pelo SPEP, mas os restantes 14 classificados como positivos pelo SPEP foram classificados como negativos pelo SPCW. Já para o SPCC, o quarto valor da escala, neste caso o valor 6, foi o que obteve maior equilíbrio entre falsos negativos e falsos positivos. A sensibilidade foi de 40% e a especificidade de 100% quando se classificou pelo SPCC um vitelo positivo a partir de 6 (tabela 11).

No presente estudo, o SPCC obteve um desempenho ligeiramente superior ao de Wisconsin, mostrando ser mais sensível que o SPCW, ainda que ambos tenham sido pouco sensíveis e pouco úteis para prever uma pontuação positiva ou negativa à ecografia, segundo o SPEP. A notação dicotômica atribuída pelo SPCC pode ter contribuído para uma avaliação clínica menos subjetiva entre os vitelos incluídos no estudo.

Curiosamente, ambos os sistemas de pontuação clínicos obtiveram um desempenho particularmente baixo na população do presente estudo, especialmente em relação à sua sensibilidade. O fraco desempenho de ambos os sistemas de pontuação clínicos contradizem estudos anteriores, como resumido no estudo de Buczinski and Pardon (2020). Neste, estão descritos estudos que utilizaram modelos Bayesianos de classe latente para avaliar o desempenho dos sistemas de pontuação clínicos (Buczinski et al. 2015; Buczinski et al. 2018), que são recomendados quando não existe um teste *gold standard*.

A doença respiratória bovina representa um desafio para o médico veterinário devido à dificuldade no seu diagnóstico clínico, especialmente porque carece de um teste de diagnóstico *gold standard*. Recentemente, têm sido aplicados modelos Bayesianos de classe latente no sentido de determinar a precisão dos diferentes testes de diagnóstico para a DRB (Buczinski and Pardon 2020). Estes modelos são flexíveis e consideram a imperfeição dos métodos de diagnóstico, estimando de forma imparcial a precisão do teste de diagnóstico. Apesar da ultrassonografia torácica não ser um teste de diagnóstico *gold standard*, está descrito em estudos anteriores que mostrou ser o teste de diagnóstico que apresentou maior sensibilidade e especificidade no diagnóstico da DRB após a aplicação de modelos Bayesianos de classes latentes (White and Renter 2009; Buczinski et al. 2015; Berman et al. 2019). Ainda assim, um estudo de Timsit et al. (2016) relata que a ultrassonografia apenas foi superior na sensibilidade em comparação com outros métodos de diagnóstico.

O gráfico 4 e os valores de p das tabelas 12 e 13 indicam que existiu uma tendência em que os vitelos classificados como negativos à ecografia pelo SPEP tiveram uma probabilidade de sobrevivência superior aos vitelos classificados como positivos à ecografia, ao longo de um período de 31 dias. Tendencialmente, um vitelo saudável (negativo ao SPEP) apresentou um risco de morrer de 0,469 vezes o risco de um vitelo doente (positivo ao SPEP) morrer num período de 31 dias (tabela 13). Ou seja, o risco de um vitelo doente morrer foi de 2,132 vezes maior do que o risco de um vitelo saudável morrer. Portanto, neste estudo e para a amostra de 43 vitelos analisados, tendencialmente, ser classificado como positivo à ecografia aumentou o risco de mortalidade num período de 31 dias, coincidindo com os resultados de estudos anteriores (Rademacher RD et al. 2013; Buczinski et al. 2014; Teixeira et al. 2017).

Três subtipos de DRB apresentados por Ollivett and Buczinski (2016) e Cramer and Ollivett (2019) podem ser definidos quando um sistema de pontuação clínico, como o SPCW

ou o SPCC, é incorporado juntamente com a ultrassonografia pulmonar podendo-se definir infecção do trato respiratório superior, pneumonia clínica e pneumonia subclínica.

Como pode ser observado no gráfico 5, a prevalência dos 3 subtipos de DRB do presente estudo, utilizando os dois sistemas de pontuação clínicos, mostrou ser semelhante às prevalências apresentadas no estudo de Ollivett and Buczinski (2016) para vitelos leiteiros de uma vacaria com 2700 vacas em lactação. Como mostra o gráfico 5 (A e B), a prevalência de animais com pneumonia subclínica foi cerca de duas vezes maior que o número de animais com pneumonia clínica, revelando que a maior parte dos vitelos doentes do presente estudo apresentavam a doença numa fase subclínica. Embora as distribuições dos subtipos de DRB possam variar de exploração para exploração, Ollivett and Buczinski (2016) e Binversie et al. (2020) observaram que 1/3 dos novos casos são subclínicos e que, para cada caso de doença respiratória clínica, esperam encontrar dois a quatro casos de doença respiratória subclínica, dado concordante com as prevalências do presente estudo. Por essa razão, a ultrassonografia pulmonar em combinação com a classificação por um sistema de pontuação clínico respiratório tornou-se o principal método de monitorização da presença da doença, de avaliação da competência da exploração em detetar vitelos doentes e da resposta ao tratamento em explorações leiteiras (Ollivett 2020).

Neste estudo, identificaram-se 20 vitelos positivos pelo SPEP (cerca de 34,5%), ou seja, 20 vitelos apresentaram pelo menos uma lesão de consolidação, seja lobular ou lobar. A média de idades dos mesmos vitelos foi de 25 dias, e 11 destes tinham idade inferior a 15 dias, representando aproximadamente 55% do total. Apesar de estudos prévios indicarem que a DRB em vitelos leiteiros tipicamente ocorre a partir de 1 mês de idade (Windeyer et al. 2012; Dubrovsky et al. 2019), o resultado do presente estudo sugere que a doença ocorreu em vitelos mais jovens, sobretudo numa fase subclínica. À semelhança deste estudo, Jourquin et al. (2023) relatam que em vitelos leiteiros dos 14 a 21 dias, 17,6% apresentavam lesões de consolidação pulmonar de pelo menos 1 cm, como também identificado no estudo de Buczinski et al. (2014) para vitelos com idades inferiores a 15 dias. A deteção precoce de vitelos com pneumonia subclínica e um correto maneio dos mesmos podem ajudar a reduzir a transmissão da doença, em diminuir o número de casos de DRB na fase crónica, e, na diminuição do uso de antimicrobianos, salientando a necessidade de uma melhor monitorização da doença no período do pré desmame.

Tal como descrito anteriormente, a presença do achado ecográfico “área anecogénica com cápsula definida” é indicativo de abscesso pulmonar (Babkine and Blond 2009; Tharwat and Oikawa 2011), tendo sido identificado em 4 vitelos do presente estudo. Como anteriormente mencionado, os abscessos estão identificados como sendo lesões de mau prognóstico (Ollivett and Buczinski 2016; Teixeira et al. 2017; Peek et al. 2018), pelo que, a ultrassonografia mostrou ser clinicamente útil para identificar sinais ecográficos não incluídos

nos sistemas de pontuação ecográficos e que sugerem um prognóstico desfavorável, como a presença de abscessos. Além disso, importa referir que os abscessos são frequentemente encontrados em pneumonias causadas por *Trueperella pyogenes*, pneumonias cujo tratamento é frustrante, pela fraca penetração do antibiótico nos abscessos capsulados e pelas recidivas frequentes (Peek et al. 2018), devendo o médico veterinário ponderar sobre a viabilidade em instituir um tratamento e na possibilidade de eutanásia do animal.

A identificação da separação da linha pleural está descrita como sendo um sinal ecográfico de derrame pleural (Babkine and Blond 2009). À ecografia torácica, todos os vitelos identificados com derrame pleural apresentavam uma área anecogénica com focos hiperecogénicos em suspensão. Esta descrição enquadra-se na caracterização ecográfica de um exsudado, que é mais celular, possui maior ecogenicidade e ocasionalmente contém fibrina (figura 7). No entanto, determinar o tipo de líquido de derrame com base na ecogenicidade é pouco fiável (Mattoon and Berry 2021) e, por esta razão, para estes 3 vitelos, a avaliação citológica e cultura do líquido de derrame deveria ter sido realizada no sentido de acrescentar valor ao diagnóstico. A ultrassonografia torácica mostrou ser útil para a deteção, avaliação da extensão e ecogenicidade de derrames pleurais.

Em estudos anteriores (Buczinski et al. 2014), a ultrassonografia torácica já demonstrou que pode ser um método de diagnóstico útil, confiável e facilmente realizado a campo para avaliar a presença e a extensão de lesões de consolidação pulmonar em vitelos, lesões secundárias à infeção pulmonar (Ollivett et al. 2015). Os achados à ultrassonografia torácica estão correlacionados com os achados à necropsia, em casos de doença crónica (Rabeling et al. 1998), em casos de doença subclínica (Ollivett et al. 2015) e em casos de infeção experimental induzida por *Mannheimia haemolytica* (Ollivett et al. 2013). Para os vitelos do estudo, as prevalências e os resultados apresentados anteriormente sugerem que a ultrassonografia permitiu detetar mais vitelos com doença subclínica e os sistemas de pontuação clínicos permitiram a deteção de vitelos com doença clínica. No entanto, importa esclarecer que a consolidação pulmonar pode estar ausente em casos iniciais de doença respiratória ou em pneumonias de etiologia viral. Ainda assim, as lesões de consolidação pulmonar podem não estar estritamente associadas a infeção pulmonar, já que estas lesões podem ser encontradas em lesões de atelectasia obstrutiva (Lichtenstein et al. 2009; Buczinski et al. 2014).

Uma das principais limitações do presente estudo foi a dimensão da amostra. O pequeno número de animais incluído no estudo pode ter influenciado as correlações entre os sistemas de pontuação ecográficos e os sistemas de pontuação clínicos, e a significância estatística da curva de *Kaplan-Meier*. Importa também referir que o teste *gold standard* utilizado neste estudo (presença de lesões de consolidação pulmonar) não é 100% sensível e específico no diagnóstico da DRB pela possibilidade de existirem falsos negativos ou falsos

positivos, como descrito anteriormente. Outra limitação é referente à experiência do avaliador. Como descrito por Buczinski et al. (2016), existem diferenças significativas entre observadores na atribuição de pontuações clínicas para a doença respiratória ao utilizar observadores relativamente inexperientes. Estas diferenças podem ter resultado num maior número de falsos negativos ou de falsos positivos na classificação dos vitelos pelos sistemas de pontuação clínicos, principalmente pelo SPCW. No entanto, é possível verificar no estudo de Buczinski et al. (2018) que, para a avaliação ecográfica da presença de consolidação pulmonar, caudas de cometa e efusão pleural, a concordância entre operadores é boa, apesar de fraca para a presença de irregularidade pleural.

Estudos futuros devem incidir sobre o valor clínico e prognóstico de achados ecográficos não incluídos nos sistemas de pontuação, como a separação da linha pleural, alveogramas de fluido superficial, abscessos e irregularidade pleural, já que o último possui concordância limitada entre operadores. A utilização de um modelo de classes latentes, como o Bayesiano, deve continuar a ser utilizado no sentido de se obter um teste *ante mortem* de referência, prático, com poucos custos associados e consensual entre os estudos. Mais se refere que estudos futuros devem inferir sobre a prevalência da DRB, especialmente subclínica, em vitelos com menos de 1 mês de idade e em promover a diferenciação ecográfica e o valor clínico entre artefactos "linhas B" e "cauda de cometa", frequentemente utilizados como sinónimos em Medicina Veterinária, porém, apresentados como termos distintos em estudos de Medicina Humana (Lichtenstein and Mezière 2008; Rademacher N et al. 2013).

5. Conclusão

No presente estudo, foi utilizada a ultrassonografia torácica e a avaliação clínica abreviada, sob a forma de sistemas de pontuação clínicos respiratórios, para o diagnóstico da doença respiratória bovina. No sentido de se obter uma relação entre ambos os métodos de diagnóstico, foram realizadas correlações entre sistemas de pontuação ecográficos e sistemas de pontuação clínicos. As correlações aplicadas no presente estudo mostraram que, para os vitelos incluídos no estudo, os sistemas de pontuação clínicos não se correlacionaram com os sistemas de pontuação ecográficos. Apesar do sistema de pontuação clínico de Califórnia ter mostrado ser ligeiramente melhor que o sistema de pontuação clínico de Wisconsin, ambos obtiveram um desempenho particularmente baixo na população do presente estudo. Utilizando um sistema de pontuação ecográfico como teste de referência, neste caso o SPEP, o SPCW apresentou 30% de sensibilidade e 100% de especificidade para o melhor valor de *cut-off* (5) e o SPCC apresentou 40% de sensibilidade e 100% de especificidade para o melhor valor de *cut-off* (6). Neste estudo e para a amostra de 43 vitelos avaliados, tendencialmente, ser classificado como positivo à ecografia aumentou o risco de mortalidade num período de 31 dias em 2,1 vezes. Neste estudo, observou-se que a prevalência de animais com pneumonia subclínica foi aproximadamente o dobro dos animais com pneumonia clínica, indicando que a presença da doença ocorreu predominantemente numa fase subclínica.

Tal como evidenciado anteriormente, a ultrassonografia torácica mostrou ser um método útil, prático e de fácil aprendizagem para o diagnóstico da DRB, sobretudo na fase subclínica, e na identificação de achados ecográficos como lesões de consolidação pulmonar, abscessos pulmonares e derrames pleurais. Embora necessite de um período inicial de aprendizagem, a concordância entre operadores é boa mesmo que relativamente inexperientes. A ultrassonografia torácica pode ser implementada como método complementar de diagnóstico e na avaliação do prognóstico em casos de doença respiratória, sobretudo na fase crónica. Nas vacarias a sua utilização centra-se essencialmente na monitorização da doença ou na avaliação de surtos de doença respiratória. A utilização da ultrassonografia torácica conjuntamente com um sistema de pontuação clínico respiratório permitiu inferir sobre a prevalência da doença clínica e subclínica dos vitelos incluídos no estudo, um método essencial na monitorização da doença e de avaliação da resposta ao tratamento em explorações leiteiras.

6. Referências Bibliográficas

- Abuelo A, Cullens F, Brester JL. 2021. Effect of preweaning disease on the reproductive performance and first-lactation milk production of heifers in a large dairy herd. *J Dairy Sci.* 104(6):7008–7017. doi:10.3168/jds.2020-19791.
- Abutarbush SM, Pollock CM, Wildman BK, Perrett T, Schunicht OC, Fenton RK, Hannon SJ, Vogstad AR, Jim GK, Booker CW. 2012. Evaluation of the diagnostic and prognostic utility of ultrasonography at first diagnosis of presumptive bovine respiratory disease. *Can J Vet Res.* 76(1):23–32.
- Aly SS, Love WJ, Williams DR, Lehenbauer TW, Van Eenennaam A, Drake C, Kass PH, Farver TB. 2014. Agreement between bovine respiratory disease scoring systems for pre-weaned dairy calves. *Anim Health Res Rev.* 15(2):148–150. doi:10.1017/S1466252314000164.
- Aspinall V, O'Reilly M. 2004. The Respiratory System. In: *Introduction to Veterinary Anatomy and Physiology.* Oxford, UK: Butterworth–Heinemann. p. 104–105.
- Babkine M, Blond L. 2009. Ultrasonography of the Bovine Respiratory System and Its Practical Application. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.* 25(3):633–649. doi:10.1016/j.cvfa.2009.07.001.
- Berman J, Francoz D, Dufour S, Buczinski S. 2019. Bayesian estimation of sensitivity and specificity of systematic thoracic ultrasound exam for diagnosis of bovine respiratory disease in pre-weaned calves. *Prev Vet Med.* 162:38–45. doi:10.1016/j.prevetmed.2018.10.025.
- Binversie ES, Ruegg PL, Combs DK, Ollivett TL. 2020. Randomized clinical trial to assess the effect of antibiotic therapy on health and growth of preweaned dairy calves diagnosed with respiratory disease using respiratory scoring and lung ultrasound. *J Dairy Sci.* 103(12):11723–11735. doi:10.3168/jds.2019-18044.
- Bovine Respiratory Disease [Internet]. 2020. California: University of Veterinary Medicine, California, Davis; [updated 2020 Nov; accessed 2023 Jun 29]. https://www.vmtc.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnks5141/files/local_resources/pdfs/BR_D_ANR_Brochure_Nov%202016%20FINAL.PDF.
- Braun U, Jehle W, Bart M. 2004. Ultrasonographic findings in a beef cow with pulmonary haematoma. *Veterinary Record.* 155(3):92–93. doi:10.1136/vr.155.3.92.
- Braun U, Pusterla N, Flückiger M. 1997. Ultrasonographic findings in cattle with pleuropneumonia. *Veterinary Record.* 141(1):12–17. doi:10.1136/vr.141.1.12.
- Buczinski S, Achard D, Timsit E. 2021. Effects of calthood respiratory disease on health and performance of dairy cattle: A systematic review and meta-analysis. *J Dairy Sci.* 104(7):8214–8227. doi:10.3168/jds.2020-19941.
- Buczinski S, Faure C, Jolivet S, Abdallah A. 2016. Evaluation of inter-observer agreement when using a clinical respiratory scoring system in pre-weaned dairy calves. *N Z Vet J.* 64(4):243–247. doi:10.1080/00480169.2016.1153439.
- Buczinski S, Fecteau G, Dubuc J, Francoz D. 2018. Validation of a clinical scoring system for bovine respiratory disease complex diagnosis in preweaned dairy calves using a

Bayesian framework. *Prev Vet Med.* 156:102–112. doi:10.1016/j.prevetmed.2018.05.004.

- Buczinski S, Forté G, Francoz D, Bélanger A -M. 2014. Comparison of Thoracic Auscultation, Clinical Score, and Ultrasonography as Indicators of Bovine Respiratory Disease in Preweaned Dairy Calves. *J Vet Intern Med.* 28(1):234–242. doi:10.1111/jvim.12251.
- Buczinski S, L Ollivett T, Dendukuri N. 2015. Bayesian estimation of the accuracy of the calf respiratory scoring chart and ultrasonography for the diagnosis of bovine respiratory disease in pre-weaned dairy calves. *Prev Vet Med.* 119(3–4):227–231. doi:10.1016/j.prevetmed.2015.02.018.
- Buczinski S, Pardon B. 2020. Bovine Respiratory Disease Diagnosis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.* 36(2):399–423. doi:10.1016/j.cvfa.2020.03.004.
- Calf Respiratory Scoring Chart [Internet]. 2020. Wisconsin: School of Veterinary Medicine, University of Wisconsin-Madison; [updated 2020 Jan; accessed 2023 Jun 27]. https://www.vetmed.wisc.edu/fapm/wp-content/uploads/2020/01/calf_respiratory_scoring_chart.pdf.
- Chigerwe M, Hagey J V, Aly SS. 2015. Determination of neonatal serum immunoglobulin G concentrations associated with mortality during the first 4 months of life in dairy heifer calves. *Journal of Dairy Research.* 82(4):400–406. doi:10.1017/S0022029915000503.
- Closs G, Dechow C. 2017. The effect of calf-hood pneumonia on heifer survival and subsequent performance. *Livest Sci.* 205:5–9. doi:10.1016/j.livsci.2017.09.004.
- Constable PD, Hinchcliff KW, Done SH, Grünberg W. 2017. Diseases of the Respiratory System. In: *A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs, and Goats.* Vol. 1. 11th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier. p. 854–944.
- Cramer MC, Ollivett TL. 2019. Growth of preweaned, group-housed dairy calves diagnosed with respiratory disease using clinical respiratory scoring and thoracic ultrasound—A cohort study. *J Dairy Sci.* 102(5):4322–4331. doi:10.3168/jds.2018-15420.
- Cuevas-Gómez I, McGee M, Sánchez JM, O’Riordan E, Byrne N, McDaneld T, Earley B. 2021. Association between clinical respiratory signs, lung lesions detected by thoracic ultrasonography and growth performance in pre-weaned dairy calves. *Ir Vet J.* 74(1):7. doi:10.1186/s13620-021-00187-1.
- Cusack P, McMeniman N, Lean I. 2003. The medicine and epidemiology of bovine respiratory disease in feedlots. *Aust Vet J.* 81(8):480–487. doi:10.1111/j.1751-0813.2003.tb13367.x.
- Decaris N, Buczinski S, Tárdon DIC, Camargo L, Schllemer NR, Hagen SCF, Woolums AR, Gomes V. 2022. Diagnostic accuracy of Wisconsin and California scoring systems to detect bovine respiratory disease in preweaning dairy calves under subtropical environmental conditions. *J Dairy Sci.* 105(9):7750–7763. doi:10.3168/jds.2021-21491.
- Delabougliise A, James A, Valarcher J-F, Hagglünd S, Raboisson D, Rushton J. 2017. Linking disease epidemiology and livestock productivity: The case of bovine respiratory disease in France. *PLoS One.* 12(12):e0189090. doi:10.1371/journal.pone.0189090.
- Dubrovsky SA, Van Eenennaam AL, Aly SS, Karle BM, Rossitto P V., Overton MW, Lehenbauer TW, Fadel JG. 2020. Preweaning cost of bovine respiratory disease (BRD)

- and cost-benefit of implementation of preventative measures in calves on California dairies: The BRD 10K study. *J Dairy Sci.* 103(2):1583–1597. doi:10.3168/jds.2018-15501.
- Dubrovsky SA, Van Eenennaam AL, Karle BM, Rossitto PV, Lehenbauer TW, Aly SS. 2019. Epidemiology of bovine respiratory disease (BRD) in preweaned calves on California dairies: The BRD 10K study. *J Dairy Sci.* 102(8):7306–7319. doi:10.3168/jds.2018-14774.
- Dunn TR, Ollivett TL, Renaud DL, Leslie KE, LeBlanc SJ, Duffield TF, Kelton DF. 2018. The effect of lung consolidation, as determined by ultrasonography, on first-lactation milk production in Holstein dairy calves. *J Dairy Sci.* 101(6):5404–5410. doi:10.3168/jds.2017-13870.
- Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG. 2010. The Thorax of the Ruminant. In: *Textbook of veterinary anatomy*. 4th ed. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier. p. 670–671.
- Feletti F, Malta B, Aliverti A. 2020. Physical Principles and Image Creation. In: *Thoracic Ultrasound and Integrated Imaging*. Gewerbestrasse, Switzerland: Springer Nature Switzerland. p. 4–6.
- van der Fels-Klerx HJ, Saatkamp HW, Verhoeff J, Dijkhuizen AA. 2002. Effects of bovine respiratory disease on the productivity of dairy heifers quantified by experts. *Livest Prod Sci.* 75(2):157–166. doi:10.1016/S0301-6226(01)00311-6.
- van der Fels-Klerx HJ, Sørensen JT, Jalvingh AW, Huirne RBM. 2001. An economic model to calculate farm-specific losses due to bovine respiratory disease in dairy heifers. *Prev Vet Med.* 51(1–2):75–94. doi:10.1016/S0167-5877(01)00208-2.
- Flöck M. 2004. Diagnostic ultrasonography in cattle with thoracic disease. *The Veterinary Journal.* 167(3):272–280. doi:10.1016/S1090-0233(03)00110-2.
- Friton GM, Cajal C, Ramirez-Romero R. 2005. Long-term effects of meloxicam in the treatment of respiratory disease in fattening cattle. *Veterinary Record.* 156(25):809–811. doi:10.1136/vr.156.25.809.
- Gardner IA, Hird DW, Utterback WW, Danaye-Elmi C, Heron BR, Christiansen KH, Sisco WM. 1990. Mortality, morbidity, case-fatality, and culling rates for California dairy cattle as evaluated by the national animal health monitoring system, 1986–87. *Prev Vet Med.* 8(2–3):157–170. doi:10.1016/0167-5877(90)90008-6.
- Gaudino M, Nagamine B, Ducatez MF, Meyer G. 2022. Understanding the mechanisms of viral and bacterial coinfections in bovine respiratory disease: a comprehensive literature review of experimental evidence. *Vet Res.* 53(1):70. doi:10.1186/s13567-022-01086-1.
- Gomes V, Pinheiro FA, Silva KN, Bosco KA, Morita LM, Minervino AHH, Madureira KM. 2021. Morbidity and mortality in Holstein calves from birth to 145 days of age on a large dairy farm in Brazil. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 73(5):1029–1038. doi:10.1590/1678-4162-12284.
- Griffin D. 1997. Economic Impact Associated with Respiratory Disease in Beef Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.* 13(3):367–377. doi:10.1016/S0749-0720(15)30302-9.

- Griffin D, Chengappa MM, Kuszak J, McVey DS. 2010. Bacterial Pathogens of the Bovine Respiratory Disease Complex. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 26(2):381–394. doi:10.1016/j.cvfa.2010.04.004.
- Grissett GP, White BJ, Larson RL. 2015. Structured Literature Review of Responses of Cattle to Viral and Bacterial Pathogens Causing Bovine Respiratory Disease Complex. *J Vet Intern Med*. 29(3):770–780. doi:10.1111/jvim.12597.
- Gulliksen SM, Jor E, Lie KI, Løken T, Åkerstedt J, Østerås O. 2009. Respiratory infections in Norwegian dairy calves. *J Dairy Sci*. 92(10):5139–5146. doi:10.3168/jds.2009-2224.
- Guterbock WM. 2014. The impact of BRD: the current dairy experience. *Anim Health Res Rev*. 15(2):130–134. doi:10.1017/S1466252314000140.
- Holschbach CL, Raabis SM, Ollivett TL. 2019. Effect of antibiotic treatment in preweaned Holstein calves after experimental bacterial challenge with *Pasteurella multocida*. *J Dairy Sci*. 102(12):11359–11369. doi:10.3168/jds.2019-16992.
- Hussein HA, Binici C, Staufienbiel R. 2018. Comparative evaluation of ultrasonography with clinical respiratory score in diagnosis and prognosis of respiratory diseases in weaned dairy buffalo and cattle calves. *J Anim Sci Technol*. 60(1):29. doi:10.1186/s40781-018-0187-3.
- Jourquin S, Lowie T, Debruyne F, Chantillon L, Vereecke N, Boyen F, Boone R, Bokma J, Pardon B. 2023. Dynamics of subclinical pneumonia in male dairy calves in relation to antimicrobial therapy and production outcomes. *J Dairy Sci*. 106(1):676–689. doi:10.3168/jds.2022-22212.
- Jung C, Bostedt H. 2003. Thoracic Ultrasonography Technique in Newborn Calves and Description of Normal and Pathological Findings. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 45(4):331–335. doi:10.1111/j.1740-8261.2004.04063.x.
- Junqueira LC, Carneiro J. 2017. Sistema Respiratório. In: *Histologia Básica*. 13a. Rio de Janeiro: GUANABARA KOOGAN LTDA., editor. p. 348-350.
- Khan MA, Weary DM, von Keyserlingk MAG. 2011. Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *J Dairy Sci*. 94(3):1071–1081. doi:10.3168/jds.2010-3733.
- Klein BG. 2013. Respiratory Function. In: *Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology*. 5th ed. Elsevier Saunders. p. 495,503.
- Kirchhoff J, Uhlenbruck S, Goris K, Keil GM, Herrler G. 2014. Three viruses of the bovine respiratory disease complex apply different strategies to initiate infection. *Vet Res*. 45(1):20. doi:10.1186/1297-9716-45-20.
- Lachowicz-Wolak A, Klimowicz-Bodys MD, Płoneczka-Janeczko K, Bykowsy M, Siedlecka M, Cinciała J, Rypuła K. 2022. The Prevalence, Coexistence, and Correlations between Seven Pathogens Detected by a PCR Method from South-Western Poland Dairy Cattle Suffering from Bovine Respiratory Disease. *Microorganisms*. 10(8):1487. doi:10.3390/microorganisms10081487.
- Lago A, McQuirk SM, Bennett TB, Cook NB, Nordlund KV. 2006. Calf Respiratory Disease and Pen Microenvironments in Naturally Ventilated Calf Barns in Winter. *J Dairy Sci*. 89(10):4014–4025. doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72445-6.

- Lakritz J, Wilson WD. 2020. Alterations in Respiratory Function. In: Lakritz J, editor. *Large Animal Internal Medicine*. 6th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier. p. 43–81.
- Lichtenstein D, Mezière G, Seitz J. 2009. The Dynamic Air Bronchogram. *Chest*. 135(6):1421–1425. doi:10.1378/chest.08-2281.
- Lichtenstein DA, Mezière GA. 2008. Relevance of Lung Ultrasound in the Diagnosis of Acute Respiratory Failure*: The BLUE Protocol. *Chest*. 134(1):117–125. doi:10.1378/chest.07-2800.
- Lillie LE. 1974. The bovine respiratory disease complex. *Can Vet J*. 15(9):233–42.
- Lockwood PW, Johnson JC, Katz TL. 2003. Clinical efficacy of flunixin, carprofen and ketoprofen as adjuncts to the antibacterial treatment of bovine respiratory disease. *Veterinary Record*. 152(13):392–394. doi:10.1136/vr.152.13.392.
- Love WJ, Lehenbauer TW, Van Eenennaam AL, Drake CM, Kass PH, Farver TB, Aly SS. 2016. Sensitivity and specificity of on-farm scoring systems and nasal culture to detect bovine respiratory disease complex in preweaned dairy calves. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 28(2):119–128. doi:10.1177/1040638715626204.
- Love WJ, Lehenbauer TW, Kass PH, Van Eenennaam AL, Aly SS. 2014. Development of a novel clinical scoring system for on-farm diagnosis of bovine respiratory disease in preweaned dairy calves. *PeerJ*. 2: e238. doi:10.7717/peerj.238.
- Lowie T, Van Leenen K, Jourquin S, Pas ML, Bokma J, Pardon B. 2022. Differences in the association of cough and other clinical signs with ultrasonographic lung consolidation in dairy, veal, and beef calves. *J Dairy Sci*. 105(7):6111–6124. doi:10.3168/jds.2021-21570.
- Maier GU, Rowe JD, Lehenbauer TW, Karle BM, Williams DR, Champagne JD, Aly SS. 2019. Development of a clinical scoring system for bovine respiratory disease in weaned dairy calves. *J Dairy Sci*. 102(8):7329–7344. doi:10.3168/jds.2018-15474.
- Masseau I, Fecteau G, Breton L, Hélie P, Beauregard G, Blond L. 2008. Radiographic detection of thoracic lesions in adult cows: a retrospective study of 42 cases (1995-2002). *Can Vet J*. 49(3):261–7.
- Mathis G, Horn R, Morf S, Prosch H, Rovida S, Soldati G, Hoffmann B, Blaivas M, Dietrich CF. 2021. WFUMB position paper on reverberation artefacts in lung ultrasound: B-lines or comet-tails? *Med Ultrason*. 23(1):70. doi:10.11152/mu-2944.
- Mattoon JS, Sellon RK, Berry CR. 2021. Fundamentals of Diagnostic Ultrasound. In: *Small Animal Diagnostic Ultrasound*. 4th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier. p. 25.
- McGuirk SM. 2008. Disease Management of Dairy Calves and Heifers. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 24(1):139–153. doi:10.1016/j.cvfa.2007.10.003.
- McGuirk SM, Peek SF. 2014. Timely diagnosis of dairy calf respiratory disease using a standardized scoring system. *Anim Health Res Rev*. 15(2):145–147. doi:10.1017/S1466252314000267.

- Mohamed T, Oikawa S. 2007. Ultrasonographic Characteristics of Abdominal and Thoracic Abscesses in Cattle and Buffaloes. *Journal of Veterinary Medicine Series A*. 54(9):512–517. doi:10.1111/j.1439-0442.2007.00989.x.
- Naylor JM, Streeter RM, Torgerson P. 2012. Factors affecting rectal temperature measurement using commonly available digital thermometers. *Res Vet Sci*. 92(1):121–123. doi:10.1016/j.rvsc.2010.10.027.
- Nickell JS, White BJ. 2010. Metaphylactic Antimicrobial Therapy for Bovine Respiratory Disease in Stocker and Feedlot Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 26(2):285–301. doi:10.1016/j.cvfa.2010.04.006.
- Ollivett T. 2014. Understanding the Diagnosis and Risk Factors for Respiratory Disease in Dairy Calves. [PhD thesis] Guelph, Ontario, Canada: University of Guelph.
- Ollivett TL. 2020. BRD treatment failure: clinical and pathologic considerations. *Anim Health Res Rev*. 21(2):175–176. doi:10.1017/S1466252320000328.
- Ollivett TL, Buczinski S. 2016. On-Farm Use of Ultrasonography for Bovine Respiratory Disease. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 32(1):19–35. doi:10.1016/j.cvfa.2015.09.001.
- Ollivett TL, Caswell JL, Nydam DV, Duffield T, Leslie KE, Hewson J, Kelton D. 2015. Thoracic Ultrasonography and Bronchoalveolar Lavage Fluid Analysis in Holstein Calves with Subclinical Lung Lesions. *J Vet Intern Med*. 29(6):1728–1734. doi:10.1111/jvim.13605.
- Ollivett TL, Hewson J, Shubotz R, Caswell J. 2013 Sep 19. Ultrasonographic progression of lung consolidation after experimental infection with *Mannheimia haemolytica* in Holstein bull calves. *American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings*.:147. doi:10.21423/aabpro20133812.
- Overton MW. 2020. Economics of respiratory disease in dairy replacement heifers. *Anim Health Res Rev*. 21(2):143–148. doi:10.1017/S1466252320000250.
- Padalino B, Cirone F, Zappaterra M, Tullio D, Ficco G, Giustino A, Ndiana LA, Pratelli A. 2021. Factors Affecting the Development of Bovine Respiratory Disease: A Cross-Sectional Study in Beef Steers Shipped From France to Italy. *Front Vet Sci*. 8. doi:10.3389/fvets.2021.627894.
- Pardon B, De Bleecker K, Dewulf J, Callens J, Boyen F, Catry B, Deprez P. 2011. Prevalence of respiratory pathogens in diseased, non-vaccinated, routinely medicated veal calves. *Veterinary Record*. 169(11):278–278. doi:10.1136/vr.d4406.
- Peek SF, Ollivett TL, Divers TJ. 2018. Respiratory Diseases. In: *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle*. 3rd ed. St. Louis, Missouri: Elsevier. p. 109–120.
- Prohl A, Ostermann C, Lohr M, Reinhold P. 2014. The Bovine Lung in Biomedical Research: Visually Guided Bronchoscopy, Intrabronchial Inoculation and In Vivo Sampling Techniques. *Journal of Visualized Experiments*. (89). doi:10.3791/51557.
- Quick AE, Ollivett TL, Kirkpatrick BW, Weigel KA. 2020. Genomic analysis of bovine respiratory disease and lung consolidation in preweaned Holstein calves using clinical scoring and lung ultrasound. *J Dairy Sci*. 103(2):1632–1641. doi:10.3168/jds.2019-16531.

- Raabis SM, Quick AE, Skarlupka JH, Suen G, Ollivett TL. 2021. The nasopharyngeal microbiota of preweaned dairy calves with and without ultrasonographic lung lesions. *J Dairy Sci.* 104(3):3386–3402. doi:10.3168/jds.2020-19096.
- Rabeling B, Rehage J, Döpfer D, Scholz H. 1998. Ultrasonographic findings in calves with respiratory disease. *Veterinary Record.* 143(17):468–471. doi:10.1136/vr.143.17.468.
- Rademacher N, Pariaut R, Pate J, Saelinger C, Kearney MT, Gaschen L. 2013. TRANSTHORACIC LUNG ULTRASOUND IN NORMAL DOGS AND DOGS WITH CARDIOGENIC PULMONARY EDEMA: A PILOT STUDY. *Veterinary Radiology & Ultrasound.* 55(4):447–452. doi:10.1111/vru.12151.
- Rademacher RD, Buczinski S, Tripp HM, Edmonds MD, Johnson EG. 2013 Dec 31. Systematic thoracic ultrasonography in acute bovine respiratory disease of feedlot steers. *Bov Pract (Stillwater).*:1–10. doi:10.21423/bovine-vol48no1p1-10.
- Radostits OM, Gay CC, Hinchcliff KW, Constable PD. 2007. Diseases of the Respiratory System. In: *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, sheep, goats, pigs and horses.* 10th ed. Saunders Ltd. p. 475,512.
- Reef VB, Boy MG, Reid CF, Elser A. 1991. Comparison between diagnostic ultrasonography and radiography in the evaluation of horses and cattle with thoracic disease: 56 cases (1984-1985). *J Am Vet Med Assoc.* 198(12):2112–8.
- Reinhold P, Rabeling B, Günther H, Schimmel D. 2002. Comparative evaluation of ultrasonography and lung function testing with the clinical signs and pathology of calves inoculated experimentally with *Pasteurella multocida*. *Veterinary Record.* 150(4):109–114. doi:10.1136/vr.150.4.109.
- Reißig A, Kroegel C. 2003. Transthoracic Sonography of Diffuse Parenchymal Lung Disease. *Journal of Ultrasound in Medicine.* 22(2):173–180. doi:10.7863/jum.2003.22.2.173.
- Robcis R, De Campos C, Garapin B, Lucas M-N, Poujade A, Gaide N, Delverdier M, Maillard R. 2023. Thoracic Tumor Associated with a Unilateral Empyema in a Beef Cow: A Case Report. *Vet Sci.* 10(6):376. doi:10.3390/vetsci10060376.
- Saegerman C, Gaudino M, Savard C, Broes A, Ariel O, Meyer G, Ducatez MF. 2021. Influenza D virus in respiratory disease in Canadian, province of Québec, cattle: Relative importance and evidence of new reassortment between different clades. *Transbound Emerg Dis.* 69(3):1227–1245. doi:10.1111/tbed.14085.
- Sartori S, Tombesi P. 2010. Emerging roles for transthoracic ultrasonography in pulmonary diseases. *World J Radiol.* 2(6):203. doi:10.4329/wjr.v2.i6.203.
- Scott PR. 2013. Clinical presentation, auscultation recordings, ultrasonographic findings and treatment response of 12 adult cattle with chronic suppurative pneumonia: case study. *Ir Vet J.* 66(1):43. doi:10.1186/2046-0481-66-5.
- Sisson S, Grossman JD, Getty R. 2000. Sistema Respiratório. In: *Anatomia dos Animais Domésticos.* Vol. 1. 5th ed. Rio de Janeiro: GUANABARA KOOGAN. p. 850–878.
- Sivula NJ, Ames TR, Marsh WE, Werdin RE. 1996. Descriptive epidemiology of morbidity and mortality in Minnesota dairy heifer calves. *Prev Vet Med.* 27(3–4):155–171. doi:10.1016/0167-5877(95)01000-9.

- Woolums AR. 2020. Diseases of the Respiratory System. In: Wilkins PA, Lascola KM, Woolums AR, editors. *Large Animal Internal Medicine*. 6th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier. p. 515–701.
- Smith RA. 1998. Impact of disease on feedlot performance: a review. *J Anim Sci*. 76(1):272. doi:10.2527/1998.761272x.
- Snowder GD, Van Vleck LD, Cundiff L V., Bennett GL, Koohmaraie M, Dikeman ME. 2007. Bovine respiratory disease in feedlot cattle: Phenotypic, environmental, and genetic correlations with growth, carcass, and longissimus muscle palatability traits¹. *J Anim Sci*. 85(8):1885–1892. doi:10.2527/jas.2007-0008.
- Stilwell GT. 2013. As doenças mais importantes dos bovinos. In: *Clínica de Bovinos*. Ed. Bayer Especial. Lisboa: Publicações Ciência & Vida. p. 109–112.
- Taylor JD, Fulton RW, Lehenbauer TW, Step DL, Confer AW. 2010. The epidemiology of bovine respiratory disease: What is the evidence for predisposing factors? *Can Vet J*. 51(10):1095–102.
- Teixeira AGV, McArt JAA, Bicalho RC. 2017. Thoracic ultrasound assessment of lung consolidation at weaning in Holstein dairy heifers: Reproductive performance and survival. *J Dairy Sci*. 100(4):2985–2991. doi:10.3168/jds.2016-12016.
- Tharwat M, Oikawa S. 2011. Ultrasonographic evaluation of cattle and buffaloes with respiratory disorders. *Trop Anim Health Prod*. 43(4):803–810. doi:10.1007/s11250-010-9766-0.
- Thomas LH, Stott EJ, Collins AP, Jebbett NJ, Stark AJ. 1977. Evaluation of respiratory disease in calves: comparison of disease response to different viruses. *Res Vet Sci*. 23(2):157–164. doi:10.1016/S0034-5288(18)33148-5.
- Timsit E, Dendukuri N, Schiller I, Buczinski S. 2016. Diagnostic accuracy of clinical illness for bovine respiratory disease (BRD) diagnosis in beef cattle placed in feedlots: A systematic literature review and hierarchical Bayesian latent-class meta-analysis. *Prev Vet Med*. 135:67–73. doi:10.1016/j.prevetmed.2016.11.006.
- Timsit E, Tison N, Booker CW, Buczinski S. 2019. Association of lung lesions measured by thoracic ultrasonography at first diagnosis of bronchopneumonia with relapse rate and growth performance in feedlot cattle. *J Vet Intern Med*. 33(3):1540–1546. doi:10.1111/jvim.15483.
- USDA. 2012. *Dairy Heifer Raiser, 2011*. Fort Collins, Colorado.
- Virtala A-MK, Gröhn YT, Mechor GD, Erb HN. 1999. The effect of maternally derived immunoglobulin G on the risk of respiratory disease in heifers during the first 3 months of life. *Prev Vet Med*. 39(1):25–37. doi:10.1016/S0167-5877(98)00140-8.
- White BJ, Renter DG. 2009. 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*. 21(4):446–453. doi:10.1177/104063870902100405.
- Windeyer MC, Leslie KE, Godden SM, Hodgins DC, Lissemore KD, LeBlanc SJ. 2012. The effects of viral vaccination of dairy heifer calves on the incidence of respiratory disease, mortality, and growth. *J Dairy Sci*. 95(11):6731–6739. doi:10.3168/jds.2012-5828.

Windeyer MC, Leslie KE, Godden SM, Hodgins DC, Lissemore KD, LeBlanc SJ. 2014. Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. *Prev Vet Med.* 113(2):231–240. doi:10.1016/j.prevetmed.2013.10.019.

Yue Lee FC, Jenssen C, Dietrich CF. 2018. A common misunderstanding in lung ultrasound: the comet tail artefact. *Med Ultrason.* 20(3):379. doi:10.11152/mu-1573.

7. Anexos

Anexo 1: Protocolo utilizado para cada animal do estudo.

1. Identificação

Exploração:

Nº animal:

Sexo:

Data de nascimento:

2. Pontuação clínica respiratória

	Valor	0	1	2	3
Temperatura retal (°C)		37,7 – 38,2	38,3 – 38,8	38,9 – 39,3	≥ 39,4
Tosse		Ausente	Única induzida	Repetida induzida/ ocasionalmente espontânea	Repetida espontânea
Corrimento nasal		Normal seroso	Pequena quantidade unilateral turvo (escura)	Bilateral turvo ou presença de muco abundante	Bilateral mucopurulento abundante
Score ocular		Normal	Pequena quantidade de corrimento	Corrimento bilateral moderado	Corrimento ocular abundante
Posição das orelhas		Normal	Abanar a cabeça ou rodar as orelhas (“ear flick”)	Orelha ligeiramente caída unilateral	Cabeça inclinada (“head tilt”) ou queda bilateral

3. Auscultação

Frequência Respiratória (min):

Costoabdominal

abdominal

costal

	Murmúrio vesicular		Inspiratório	Expiração
Normal	Normal			
	Aumentado			
	Diminuído			
Crackles (Fervores húmidos)				
Sibilos (fervores secos)				
“Pleural friction rub” (ruído de atrito)				

4. Ecografia torácica

	Descrição	Lado esquerdo			Lado direito			
		Caudal	Cranial (caudal)	Cranial (cranial)	Caudal	Médio	Cranial (caudal)	Cranial (cranial)
		6°-10° EIC	4°-5° EIC	2°-3° EIC	6°-10° EIC	5° EIC	3°-4° EIC	1°-2° EIC
Normal								
Presença de caudas de cometa	Nº							
Separação da linha pleural (sugestivo de efusão pleural)								
	Profundidade							
Área de consolidação pulmonar	Nº							
	<1cm							
	1-3cm							
	>3cm (especificar)							
Área anecogénica com cápsula definida	Nº							
	<1cm							
	1-3cm							
	>3cm							
Área hipocogénica c/ artefacto de cauda de cometa distal associado (alveolograma de fluido)	Nº (1; >1)							
	<1cm							
	1-3cm							
	>3cm							
Irregularidade da superfície pleural								

5. Tratamento:

5.1 Foi feito algum tratamento prévio? Se sim, qual?

5.2 O animal vai ficar sob tratamento após ecografia?

Anexo 2: Imagens ecográficas obtidas no presente estudo.

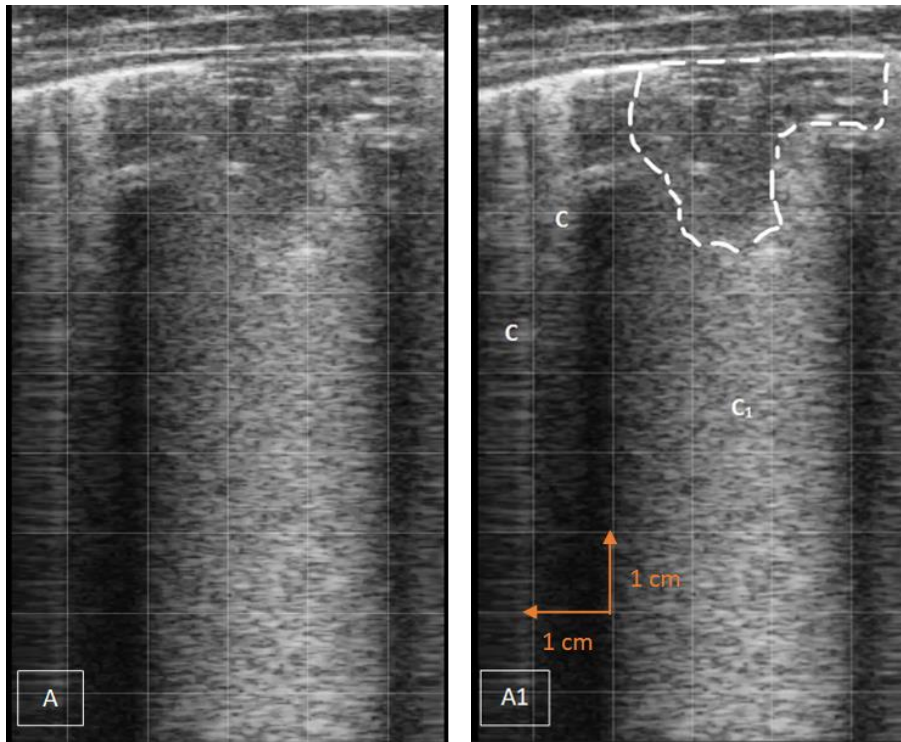


Imagem ecográfica de área de consolidação pulmonar com artefacto de cauda de cometa distal associado (C₁). Imagem original. A1- Imagem anotada da imagem A. À esquerda da figura, presença de duas caudas de cometa (C). Área de consolidação pulmonar (delimitada por forma pontilhada de cor branco) com distância dorsal-ventral de 2,5 cm.

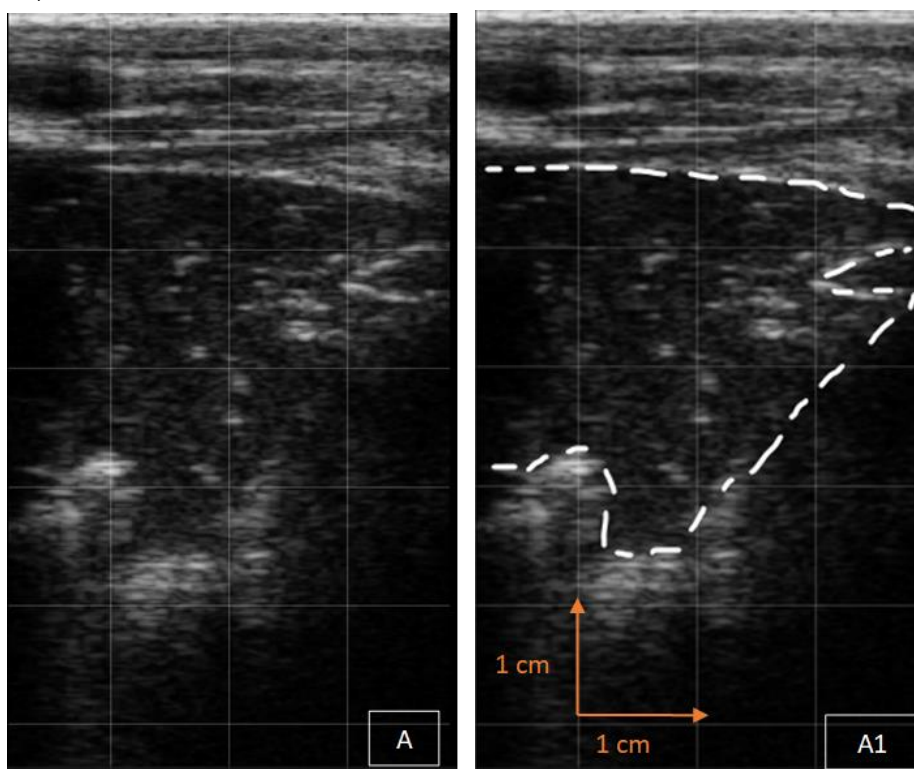
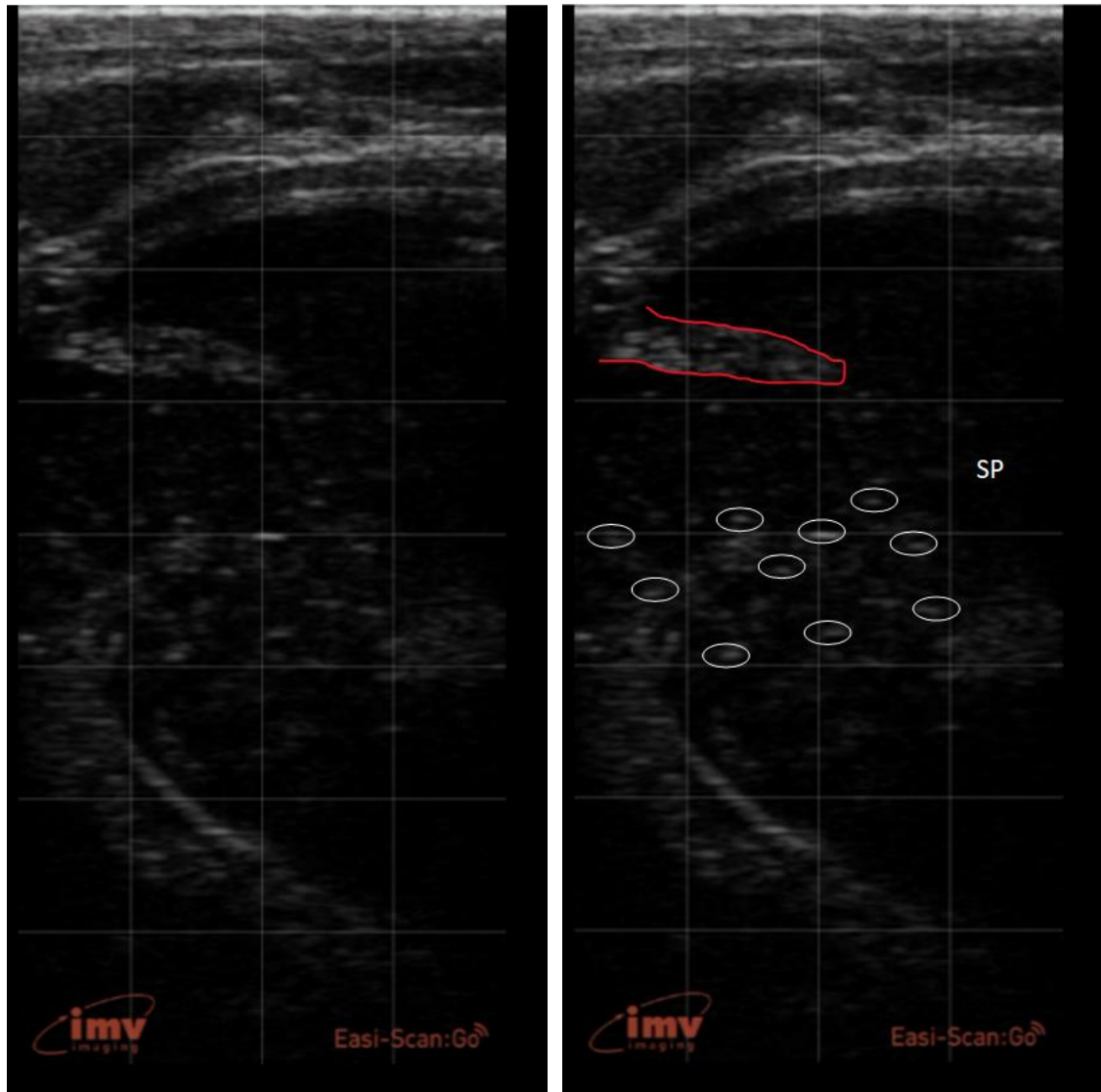


Imagem ecográfica de área de consolidação pulmonar na superfície pulmonar. Imagem original. A1- Imagem anotada da imagem A. Consolidação pulmonar (rodeada por pontilhado branco) com 3,3 cm distância dorsal-ventral.



Imagens ecográficas de um pulmão com separação da linha pleural. Imagens originais.
Figura A1, imagem anotada de A. SP- separação da linha pleural, sugestivo de efusão pleural. Uma fina banda hiperecogénica (delimitada por linha vermelha) flutua no espaço pleural e é indicativo da presença de fibrina. Vários focos hiperecogénicos (assinalados com círculos brancos) encontram-se em suspensão no espaço pleural.

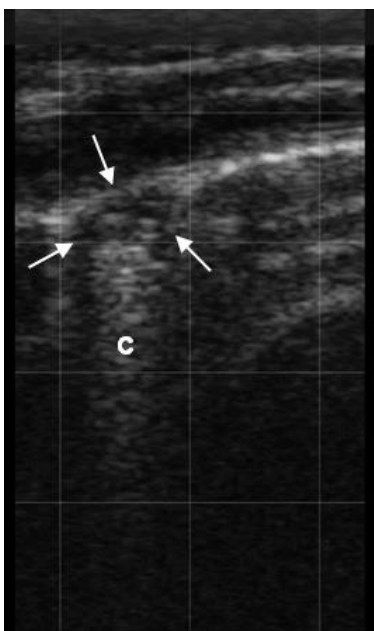


Imagem ecográfica de área de consolidação pulmonar (rodeada por setas brancas) na superfície pulmonar com artefacto de cauda de cometa (C). Imagem original. Consolidação pulmonar com distância dorsal ventral de 0,88 cm.

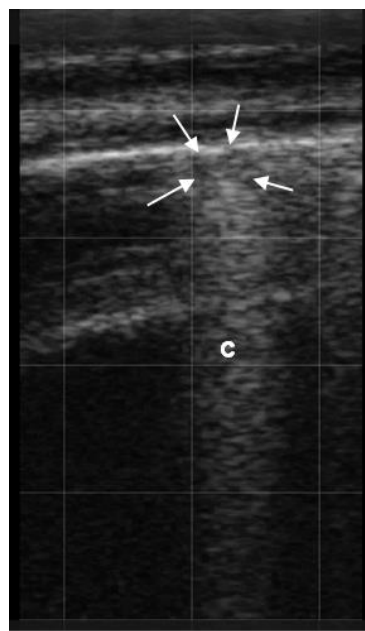


Imagem ecográfica de área de consolidação pulmonar (rodeada por setas brancas) na superfície pulmonar com artefacto de cauda de cometa (C). Imagem original. Consolidação pulmonar com distância dorsal ventral de 0,28 cm.



Imagem ecográfica de duas áreas de consolidação pulmonar (rodeadas por setas brancas) na superfície pulmonar com artefacto de cauda de cometa (C). Imagem original. Área de consolidação pulmonar esquerda e direita com distância dorsal ventral de 0,53 cm e 0,76 cm, respectivamente.

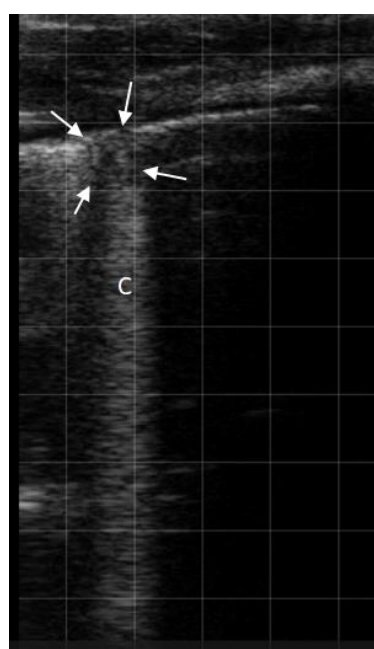


Imagem ecográfica de área de consolidação pulmonar (rodeada por setas brancas) na superfície pulmonar com artefacto de cauda de cometa (C). Imagem original. Consolidação pulmonar com distância dorsal ventral de 0,83 cm.

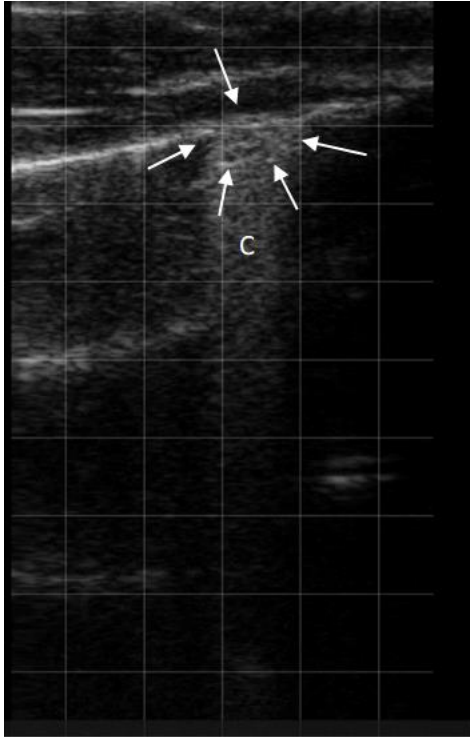


Imagem ecográfica de área de consolidação pulmonar (rodeada por setas brancas) na superfície pulmonar com artefacto de cauda de cometa (C). Imagem original. Consolidação pulmonar com distância dorsal ventral de 0,72 cm.

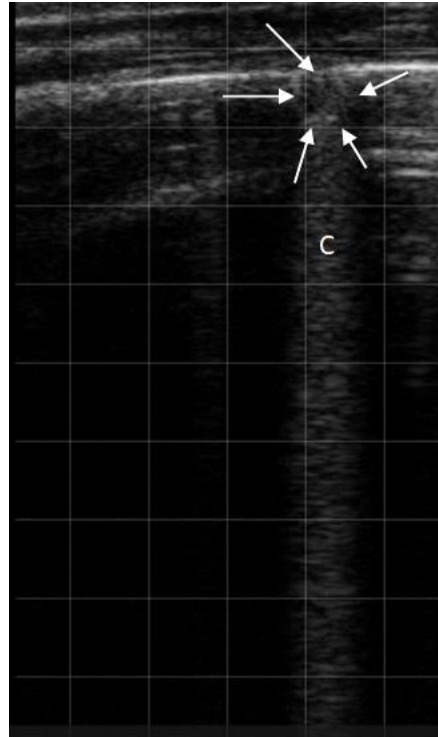


Imagem ecográfica de área de consolidação pulmonar (rodeada por setas brancas) na superfície pulmonar com artefacto de cauda de cometa (C). Imagem original. Consolidação pulmonar com distância dorsal ventral de 0,72cm.

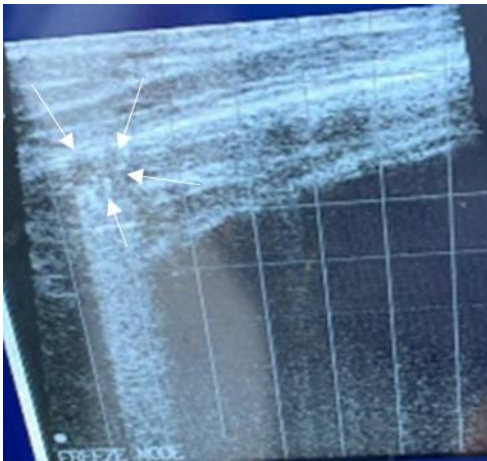


Imagem ecográfica de área de consolidação pulmonar (rodeada por setas brancas) na superfície pulmonar com artefacto de cauda de cometa. Imagem original.

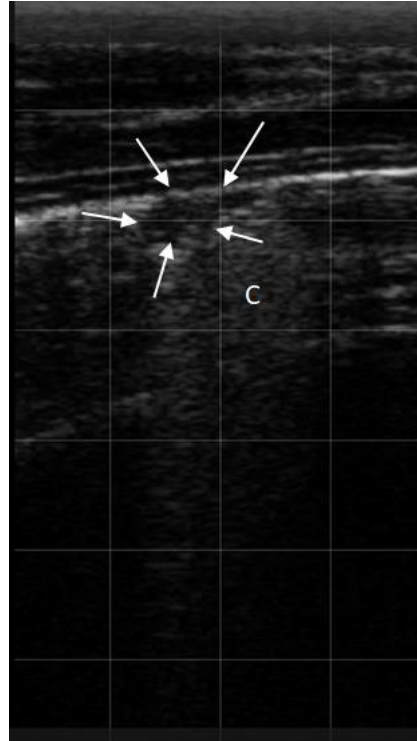


Imagem ecográfica de área de consolidação pulmonar (rodeada por setas brancas) na superfície pulmonar com artefacto de cauda de cometa (C). Imagem original. Consolidação pulmonar com distância dorsal ventral de 0,60 cm.



Imagem ecográfica de área de consolidação pulmonar (rodeada por setas brancas) na superfície pulmonar. Imagem original.

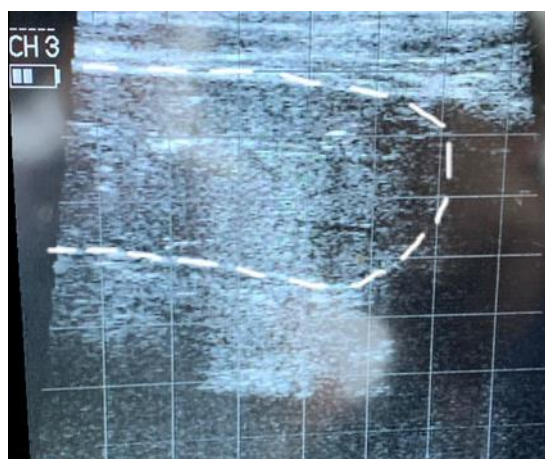


Imagem ecográfica de área de consolidação pulmonar (rodeada por pontilhado branco) na superfície pulmonar. Imagem original. Distância dorsal-ventral de 3 cm.

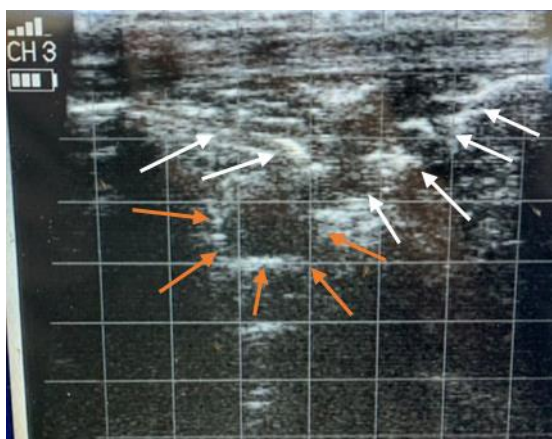


Imagem ecográfica de área de consolidação pulmonar (setas brancas) e de área anecogénica (setas laranjas), sugestiva de abscesso pulmonar. Imagem original. Área anecogénica com 1 cm de diâmetro. Área de consolidação pulmonar com 2,5 cm de distância dorsal ventral.

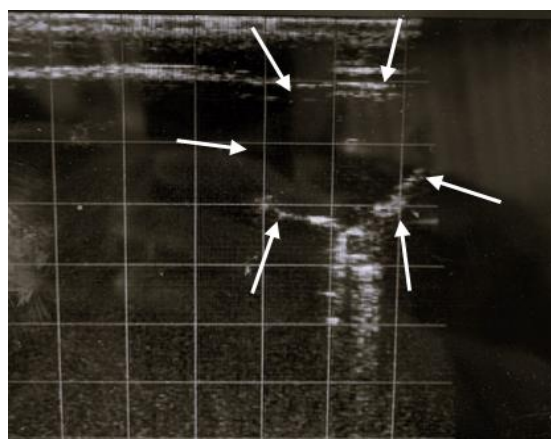


Imagem ecográfica de área anecogénica (rodeada por setas brancas), sugestivo de abscesso, com 2 cm de diâmetro. Imagem original.

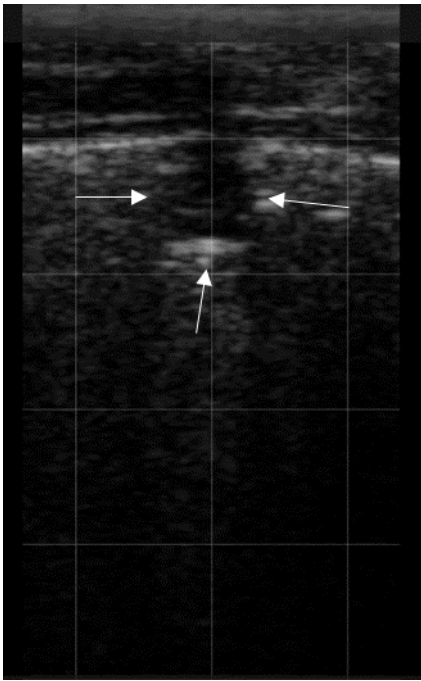


Imagem ecográfica de área anecogénica (rodeada por setas brancas), sugestivo de abscesso, com 1 cm de diâmetro. Imagem original.

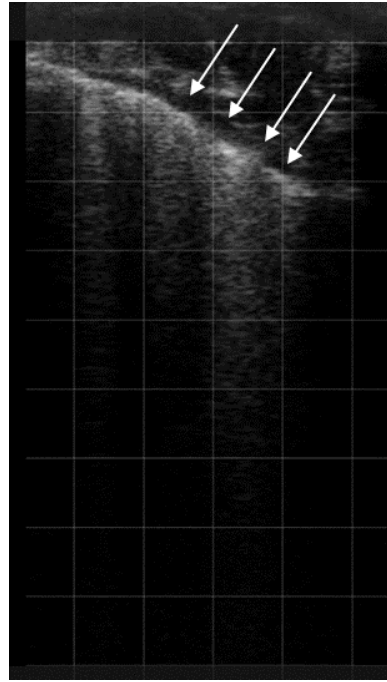


Imagem ecográfica de irregularidade da linha pleural (setas brancas). Imagem original.

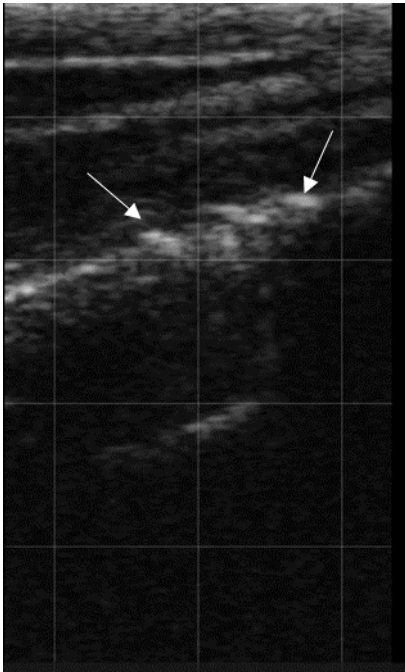


Imagem ecográfica de irregularidade da linha pleural (setas brancas). Imagem original.

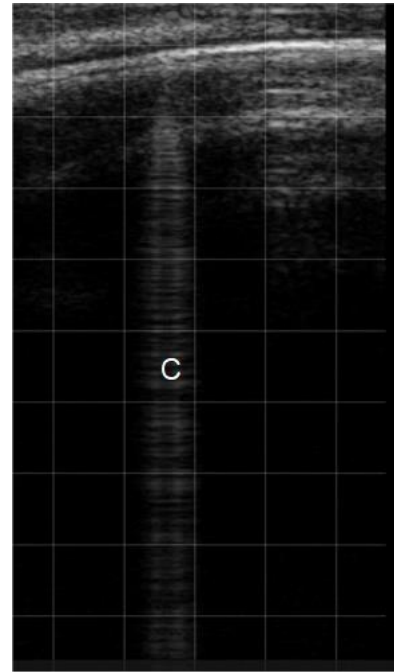


Imagem ecográfica de artefactos de cauda de cometa (C). Imagem original.

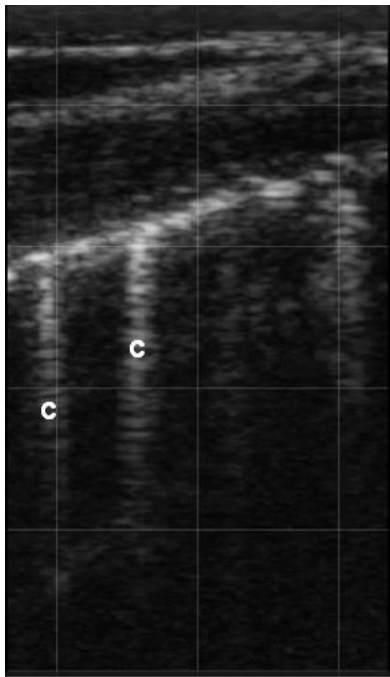


Imagem ecográfica de artefactos de cauda de cometa (C). Imagem original.

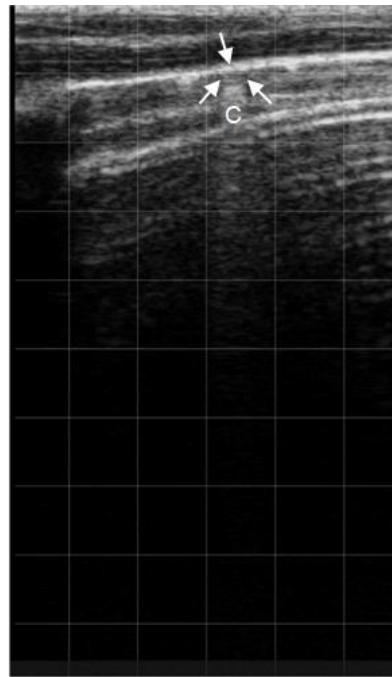


Imagem ecográfica de alveograma de fluido superficial (rodeado por setas brancas) na superfície pulmonar. Imagem original. Artefacto de cauda de cometa (C).

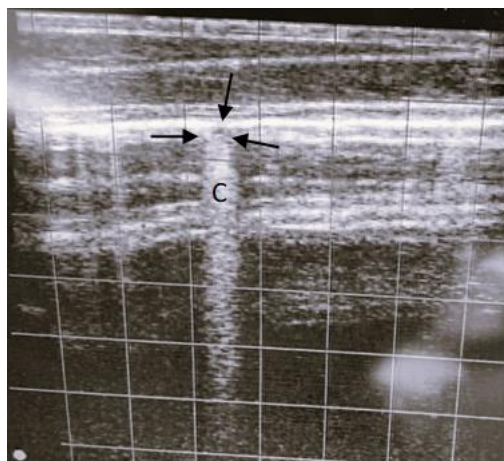


Imagem ecográfica de alveograma de fluido superficial (rodeado por setas pretas) na superfície pulmonar. Imagem original. Artefacto de cauda de cometa (C).