

U. PORTO



Relatório Final de Estágio
Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

**Utilização da ecografia pulmonar como método de diagnóstico do
Complexo Respiratório Bovino**

Madalena de Castro Alves e Vieira Fontes

Orientador: Prof. Doutor Paulo Cortez

Coorientador: Dra. Marlene Eduarda Álamo Ribeiro

Porto, 2022

U. PORTO



Relatório Final de Estágio
Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Utilização da ecografia pulmonar como método de diagnóstico do
Complexo Respiratório Bovino

Madalena de Castro Alves e Vieira Fontes

Orientador: Prof. Doutor Paulo Cortez

Coorientador: Dra. Marlene Eduarda Álamo Ribeiro

Porto, 2022

RESUMO

Os bovinos são animais particularmente predispostos a desenvolver infecção respiratória graças a um conjunto de fatores anátomo-fisiológicos. Assim, o Complexo Respiratório Bovino, enquanto problema mundial, transversal a todos os setores, e afetando principalmente os animais que futuramente serão responsáveis pela rentabilidade económica da exploração, é um grande motivo de preocupação. Há uma necessidade urgente de criar um método diagnóstico objetivo que permita caracterizar caso de Complexo Respiratório Bovino (CRB) e identificar que animais beneficiarão de tratamento. A doença respiratória tem inúmeros impactos, nomeadamente, redução do crescimento e do desempenho produtivo e a ecografia, para além de outras tantas aplicações, tem sido uma ferramenta útil no seu estudo. Para o Médico veterinário, tem também a vantagem de não exigir equipamento especializado, além de uma aprendizagem simples e gratificante.

Neste sentido, foi realizado um estudo com 158 animais, na ilha Terceira, Açores, no sentido de perceber se a ecografia do lobo pulmonar médio tem capacidade para identificar lesões de broncopneumonia e de que forma essas lesões se relacionam com o sistema de pontuação clínico da Universidade de Wisconsin e com fatores de manejo das explorações. A técnica utilizada permitiu avaliar uma variedade de lesões diferentes, desde “caudas de cometa” a consolidações lobulares e lobares. A prevalência de doença, segundo a pontuação clínica, foi de 27,8% e, segundo a avaliação ecográfica, foi de 19,0%, existindo correlação estatisticamente significativa entre ambos. Sexo, *nesting score* e vacinação foram as variáveis onde se encontrou associação com a doença. A quantidade de leite fornecido também mostrou ter impacto no desenvolvimento da doença.

Desta forma, o uso simultâneo dos dois métodos de diagnóstico pode ser benéfico, já que o sistema clínico pode ser facilmente utilizado pelo produtor, podendo ser aplicado para triar animais que precisem de uma avaliação mais profunda através da ecografia.

PALAVRAS-CHAVE: Complexo Respiratório Bovino; Ecografia pulmonar; Diagnóstico; Sistema de Wisconsin; Maneio.

AGRADECIMENTOS

Queria começar por agradecer ao meu orientador, Prof. Doutor Paulo Cortez, pela introdução à Medicina Veterinária de Animais de Produção, desde as aulas de semiologia médica. Agradecer por toda a disponibilidade e pela forma como me guiou.

A toda a equipa da Singavet, em particular ao Dr. Pedro Garcia, por me ter introduzido à cultura e forma de viver alentejanas, às vacas de carne e ao seu maneio e a tantas outras coisas. Foi o meu primeiro estágio, marcado por dias alegres a escolher as músicas da rádio. Foi a primeira vez em que me senti parte integrante de uma equipa veterinária e tive a oportunidade de fazer tanta coisa pela primeira vez. Agradecer por toda a confiança e segurança que me fizeram sentir.

Ao Dr. Rui Silva, por me ter ensinado tanto em tão pouco tempo, e, mais importante do que isso, por ser um modelo, por me ter consciencializado para o poder do conhecimento e da ciência, por ter despertado em mim um sentido de missão. Agradecer pela exigência que me faz querer ser melhor e que com certeza marcará o meu percurso profissional.

A toda a equipa da Azores Veterinary Practice, por me terem permitido ter uma experiência totalmente diferente de todas as outras, nomeadamente em ambiente hospitalar, e evoluir tanto na área da reprodução e não só. Em particular ao Dr. Sérgio Pereira por me ter mostrado o quão importante é trabalhar de forma criteriosa.

A toda a equipa da UNICOL, em particular à Dra. Marlene, minha coorientadora, por toda a amizade e por todos os ensinamentos, por me ter mostrado que o que interessa não é a força com que se puxa um bezerro mas sim a forma como o puxamos. Ao Dr. Mário, por todo o esforço depositado neste trabalho. Sinto que os resultados que aqui apresento não são meus, são nossos. Obrigada por todas as vezes em que tirou do seu tempo para investir em mim e por ter celebrado comigo todas as pequenas vitórias.

À minha tia, Professora Doutora Pilar Baylina por toda a disponibilidade e ajuda com a análise estatística do trabalho, foi um gigante apoio que fez toda a diferença.

Agradecer à minha família, em particular à minha mãe e aos meus avós por todo o investimento feito em mim, a certeza de que nada me falta. São a base da minha casa e a minha orientação.

Agradecer ao João, por ser o meu parceiro, por todo o fascínio ao longo deste percurso, por ser uma segurança à qual recorro sem hesitar.

Aos meus amigos pré e pós faculdade, e em especial à Teresa e à Inês por este bonito caminho percorrido em conjunto, com tudo o que dele faz parte, por estarem presentes numa grande parte das memórias que levo comigo.

ÍNDICE

1.	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O ESTÁGIO.....	1
2.	COMPLEXO RESPIRATÓRIO BOVINO	1
2.1.	Introdução	1
2.2.	Fatores predisponentes dos bovinos à doença respiratória e mecanismos de defesa do sistema respiratório	2
2.3.	Etiologia do Complexo Respiratório Bovino.....	5
2.4.	Diagnóstico do Complexo Respiratório Bovino	6
2.5.	Ecografia pulmonar como método diagnóstico do Complexo Respiratório Bovino	12
2.5.1.	A Ecografia na medicina veterinária de bovinos: Utilidade e Fundamentos.....	12
2.5.2.	Ecografia do Sistema Respiratório	13
2.5.3.	Ecografia pulmonar: Aplicações e Vantagens	13
2.5.3.1.	Interpretação de imagens.....	15
2.5.3.2.	Equipamento	16
2.5.3.3.	Técnica.....	17
2.5.3.4.	Sistemas de pontuação das lesões pulmonares ecográficas	18
2.5.3.5.	Impacto das lesões pulmonares observáveis	18
2.6.	Controlo, Maneio e Prevenção do Complexo Respiratório Bovino	20
3.	TRABALHO EXPERIMENTAL.....	24
3.1.	Objetivos.....	24
3.2.	Materiais e Métodos	24
3.2.1.	Desenho experimental.....	24
3.2.2.	Colheita das amostras e recolha de dados	25
3.2.3.	Análise estatística.....	26
3.3.	Resultados	27
3.4.	Discussão.....	28
3.5.	Conclusão	30
4.	REFERÊNCIAS	31
	ANEXO A.....	35

ANEXO B.....	37
ANEXO C.	39
ANEXO D	40
ANEXO E.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Realização de swab nasal para diagnóstico de agentes do CRB	36
Figura 2. Vulva edemaciada e mucosa ictérica devido a fotossensibilidade.....	36
Figura 3. Abscesso no talão	36
Figura 4. Vitelo com eventração antes da correção cirúrgica.....	36
Figura 5. Enucleação	36
Figura 6. Cirurgia de remoção de melanoma	36
Figura 7. Ecografia pulmonar: Pulmão saudável, ventilado	39
Figura 8. Ecografia pulmonar: Pulmão saudável uma cauda de cometa isolada.....	39
Figura 9. Ecografia pulmonar: Típica lesão de consolidação lobular	39
Figura 10. Ecografia pulmonar: Broncograma fluído	39
Figura 11. Ecografia pulmonar: Imagens típicas de consolidação lobar	39
Figura 12. “Relatório de campo para avaliação da saúde pulmonar da exploração”	40
Figura 13. <i>Calf Health Scoring</i>	40
Figura 14. Posicionamento para realização da ecografia torácica	40
Figura 15. Cruzamento entre os animais classificados como doentes segundo o <i>Score SC</i> e o <i>Score ECO</i> ($p<0,001$).....	41
Figura 16. Distribuição dos animais doentes e não doentes (de acordo com <i>Score ECO</i>) consoante a quantidade de leite fornecido por dia ($p<0,001$)	42
Figura 17. Razão entre animais doentes e não doentes (segundo <i>Score ECO</i>) para cada uma das seguintes variáveis independentes: <i>nesting score</i> , vacinação e sexo	42

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Casuística do estágio curricular	35
Tabela 2. Agentes virais e seu papel no Complexo Respiratório Bovino.	37
Tabela 3. Agentes bacterianos e seu papel no Complexo Respiratório Bovino.	38
Tabela 4. Frequências das variáveis em estudo.....	41
Tabela 5. Análise descritiva das variáveis escalares peso e quantidade de leite/dia.....	41
Tabela 6. Coeficientes de Associação entre as variáveis independentes e os sistemas de pontuação ECO e SC.	42
Tabela 7. Tabela de interpretação dos coeficientes Phi.....	42

ABREVIATURAS

DAE Deslocamento de abomaso à esquerda

DAD Deslocamento de abomaso à direita

CRB Complexo Respiratório Bovino

MV Médico Veterinário

FTIP Falha de transferência de imunidade passiva

EI Espaço intercostal

MLV Modified live vaccine (Vacina viva modificada)

IN Intranasal

TRS Trato Respiratório Superior

TRI Trato Respiratório Inferior

DEL Dias em leite

Hp Haptoglobina

SAA Serum Amyloid A (Amilóide sérica A)

PCT Procalcitonina

WI Wisconsin

CA Califórnia

GMD Ganho médio diário

Ac Anticorpos

PCR Polimerase Chain Reaction (Reação em cadeia da polimerase)

RT-PCR Real Time Polimerase Chain Reaction (Reação em cadeia da polimerase em tempo real)

1. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O ESTÁGIO

O presente estágio curricular, conducente ao grau de mestre em Medicina Veterinária, teve a duração prática de 16 semanas e realizou-se na secção de assistência veterinária da UNICOL®-cooperativa agrícola, com sede na Ilha Terceira, Açores. A equipa médico-veterinária era constituída por 6 médicos veterinários com os quais tive a oportunidade de estagiar, sendo que acompanhei a Dra. Marlene Ribeiro, minha co-orientadora, durante o seu horário de trabalho e os restantes Médicos Veterinários, nomeadamente, o Dr. Mário Silveira e o Dr. José Carlos Linhares, no restante tempo. A ilha era fortemente caracterizada pelo seu regime de pastoreio, tendo sido um grande privilégio conhecer as suas particularidades. Uma grande parte das explorações dedicava-se à produção de leite, mas existiam também algumas explorações de vacas de carne e considero que essa diversidade tenha sido uma mais-valia para o meu desenvolvimento, já que cada produção tinha as suas tão próprias características. A maior parte do trabalho veterinário que acompanhei foi na área clínica, tanto médica como cirúrgica, sendo que assisti a uma grande variedade de casos clínicos, discriminados na Tabela 1 do Anexo A. Realizei exames físicos e vários métodos de diagnóstico, tendo participado em tratamentos médicos e também cirúrgicos, bem como em vários outros procedimentos. A equipa prestava também serviços de manejo reprodutivo, sendo que me foi permitido participar nos mesmos através da palpação manual e com recurso à ecografia. Para além da assistência veterinária, a cooperativa dispunha de várias outras secções, entre as quais, podologia bovina. Sendo assim, tive a oportunidade de acompanhar o podólogo Fábio Andrade nas suas visitas às explorações e de participar nas aparagens corretivas.

2. COMPLEXO RESPIRATÓRIO BOVINO

2.1. Introdução

O Complexo Respiratório Bovino (CRB), enquanto entidade complexa, surge da relação entre hospedeiro, ambiente e agentes patogénicos. Apesar de considerada simplista por alguns autores, esta ainda é a visão mais comum do problema. Assim, e também devido à variedade de agentes envolvidos, torna-se um verdadeiro desafio, nomeadamente no que toca ao seu diagnóstico e controlo. Devido às altas prevalências, tanto em gado de carne como de leite, é um problema que afeta o setor em todo o mundo, resultando em enormes perdas económicas para as explorações. Sendo assim, é urgente o surgimento de métodos de diagnóstico que permitam uma deteção mais precoce e mais

precisa, para que se possa definir de forma objetiva os animais que precisam de ser tratados e assim, reduzir o uso indiscriminado de antimicrobianos.

A ultrassonografia torácica, enquanto método acessível à maioria dos Médicos Veterinários, juntamente com a portabilidade dos equipamentos atuais, pode ser facilmente utilizada em campo e tem-se mostrado um método precoce e preciso na identificação de animais clínicos e subclínicos. Entre as várias utilizações possíveis, permite avaliar a estratégia de medidas implementadas em surtos e selecionar animais para recria, já que animais sem lesões tendem a ter vidas mais produtivas.

No que toca ao controlo e prevenção da doença, a vacinação intranasal com desenvolvimento de imunidade da mucosa, como alternativa às vacinas parenterais e aos seus obstáculos, foi um dos grandes avanços da área nos últimos anos.

2.2. Fatores predisponentes dos bovinos à doença respiratória e mecanismos de defesa do sistema respiratório

O pulmão é um órgão constantemente exposto ao ambiente externo e, nos bovinos, um grupo alargado de fatores predisponentes, quer anatómicos quer fisiológicos, faz com que este contacto resulte frequentemente em infeção respiratória.

Em termos anatómicos, o trato respiratório superior (TRS) estende-se da laringe à bifurcação traqueal e o trato respiratório inferior (TRI), dos brônquios principais aos alvéolos. O lóbulo é a unidade funcional do pulmão e, nos bovinos, são unidades bem individualizadas graças aos extensos septos interlobulares, resultando numa limitada capacidade de expansão, ventilação colateral reduzida e maior probabilidade de hipóxia em caso de obstrução. Na base do coração, a traqueia divide-se em dois brônquios e na vaca, um terceiro, brânquio traqueal, surge cranialmente aos dois principais e supre o lobo cranial do pulmão direito. A ramificação dos brônquios principais dá origem aos brônquios secundários e, mais tarde, aos terciários e aos bronquíolos. Estes últimos dividem-se em ductos alveolares que terminam em sacos aéreos ou alvéolos. Principalmente em bovinos jovens, existem poucas e pequenas conexões entre alvéolos adjacentes, às quais chamamos poros de Kohn, fator importante na depuração pulmonar (Bowie & Ardans, s.d.).

O campo pulmonar define-se como um triângulo em que a parte dorsal é formada pelos processos transversos das vértebras torácicas, a parte cranial é uma linha perpendicular a partir da ponta da escápula e a parte caudal é formada por uma linha que passa na parte dorsal da 11^a costela, meio da 9^a costela e junção costo-condral da 6-7^a costelas. O pulmão esquerdo, responsável por 35% do volume pulmonar total, divide-se em lobo cranial ou apical e caudal ou diafragmático, sendo que o lobo cranial ainda se divide em aspetos cranial e caudal. O aspeto cranial do lobo cranial esquerdo localiza-se

exteriormente ao nível do 2º-3º espaço intercostal (EI) e é ventralmente delimitado pelo coração, visível ecograficamente. O aspecto caudal do lobo cranial esquerdo encontra-se ao nível do 4º-5º EI e, ventralmente, podemos encontrar a junção costochondral, bem como um desvio pleural, ambos visíveis à ecografia. Por fim, o lobo caudal do pulmão esquerdo, posiciona-se entre o 6º e o 10º EI e, ventralmente, encontra-se o diafragma. No que toca ao pulmão direito, 65% do volume pulmonar total, nos bovinos, divide-se em 4 lobos: lobo cranial, dividido em aspeto cranial e caudal, lobo médio ou cardíaco, lobo caudal e lobo acessório ou intermédio que se localiza ventro-caudalmente, junto à linha média. O aspeto cranial do lobo cranial encontra-se ao nível do 1º e 2º EI e, ventralmente, à ecografia, podem observar-se a artéria e veia torácicas internas. O aspeto caudal do lobo cranial direito localiza-se no 3º e 4º EI e, ventralmente, encontramos o coração. O lobo médio está ao nível do 5º EI e, ventralmente, é possível visualizar-se a junção costochondral e o desvio pleural. Por fim, o lobo caudal encontra-se ao longo do 6º até ao 10º EI e é visível dorsalmente ao diafragma (Ollivett & Buczinski, 2016).

Para além destes fatores, os bovinos têm uma limitada capacidade fisiológica de trocas gasosas e para compensar, grande atividade ventilatória basal caracterizada por um baixo rácio entre superfície alveolar total e consumo total de oxigénio, baixo número de capilares e grande percentagem de volume pulmonar a ser usado. Pensa-se que isto esteja associado a uma grande parte do volume corrente a dirigir-se às vias aéreas mais baixas, resultando numa maior exposição epitelial, predispondo à acumulação de detritos. Tendo em conta estes fatores, há maior probabilidade de hipóxia respiratória, que retarda a atividade fagocitária dos macrófagos e reduz o transporte mucociliar (Veit & Farrell, 1978).

Quanto aos mecanismos de defesa do sistema respiratório, existem 3 tipos diferentes: físicos, celulares e secretores, que tornam o pulmão “estéril” distalmente à divisão brônquica (Liggitt & Ph, 1985). Quanto aos primeiros, podemos referir a filtração hemodinâmica das partículas aerossolizadas, a depuração mucociliar e a tosse. Estas acontecem principalmente no TRS (Bowie & Ardans, s.d.). A eliminação das partículas, nomeadamente bacterianas ou virais, depende do local onde se depositam e de fatores como tamanho e peso da partícula, frequência respiratória, respiração oral ou nasal, entre outros. A maior parte fica imobilizada por impactação, potenciada pelo fluxo de ar turbulento nos cornetos nasais. Importa referir que as narinas anteriores possuem um epitélio escamoso estratificado que é mais resistente à adesão microbiana, comparativamente ao epitélio pseudoestratificado da nasofaringe, traqueia e brônquios (Timsit & Amelia, 2022). Em relação à depuração mucociliar, a existência de um epitélio ciliado coberto por muco permite dirigir as partículas para a orofaringe, que, a partir daí, são deglutidas ou são expelidas pelas narinas (Veit & Farrell, 1978). O muco

traqueobronquial torna-se mais viscoso em casos de desidratação e de inalação de irritantes, aumentando a probabilidade de se desenvolver infecção respiratória. Em situações de irritação, a produção excessiva de muco pode diminuir a eficácia dos cílios. É de mencionar que 90% das partículas se depositam nesta zona coberta pelo muco traqueobronquial e 90% são eliminadas dentro da 1ª hora. Se este tempo se prolongar, é mais provável que se desenvolva uma infecção (Bowie & Ardans, s.d.). Por último, a tosse tem como principal função a eliminação de secreções excessivas ou material estranho das vias aéreas mais baixas e, portanto, se produtiva, não deve ser suprimida (Veit & Farrell, 1978). A tosse, os macrófagos alveolares e a drenagem linfática são os mecanismos de depuração das partículas que sedimentam caudalmente à zona em que há muco traqueobronquial.

No que toca aos mecanismos celulares, os macrófagos alveolares são as células que merecem mais destaque já que correspondem a 87% das células intra-alveolares livres, sendo que o pulmão tem uma capacidade de produção autossustentável que contribui para 70% do total. Quanto aos fagócitos mononucleares, são o principal mecanismo de inativação e têm requisitos metabólicos muito particulares, sendo que são 10 vezes mais dependentes da glicose aeróbica que os restantes tipos de macrófagos, o que significa que uma hipóxia se traduzirá em perdas funcionais. Os pulmões dos bovinos têm menos macrófagos no lúmen alveolar comparativamente a outros animais (Bowie & Ardans, n.d.). Quanto aos neutrófilos, que constituem apenas 2% da população celular pulmonar, são células que, apesar de sofrerem aumentos drásticos mas transitórios no compartimento intra-alveolar, poucos dias após o início da infecção, podem permanecer em níveis moderados, favorecendo a fibrose pulmonar. São mais eficientes na fagocitose de bactérias, principalmente gram-negativas, comparativamente aos macrófagos. Os linfócitos, 10% da população celular pulmonar, são na maioria, linfócitos T e uma grande percentagem está associada ao BALT (*bronchus-associated lymphoid tissue*). A cooperação entre linfócitos e macrófagos está envolvida na ativação dos últimos. Por último, os eosinófilos estão presentes numa percentagem inferior a 1% da população total de células do pulmão bovino (Liggitt & Ph, 1985).

Por fim, no que toca às defesas secretoras, podemos mencionar os anticorpos, o interferão, a lisozima e o sistema complemento. Relativamente às imunoglobulinas, no TRS a mais abundante é a IgA, exceto em animais com menos de 6 meses, nos quais predomina a IgG. No trato respiratório inferior, o anticorpo predominante é a IgG, sendo o principal anticorpo opsonizante. O interferão é produzido pelas células do epitélio respiratório e pelos macrófagos alveolares nas infeções virais. Por último, a lisozima faz parte de um grupo de enzimas particularmente ativas contra a parede de bactérias gram-positivas e

está presente no muco, apesar de nos bovinos ter uma estrutura molecular e atividade bioquímica distintas e estar presente numa quantidade reduzida (Veit & Farrell, 1978).

É ainda de referir que a diversidade da flora bacteriana residente nas vias aéreas favorece a resistência à colonização por bactérias patogénicas e a manutenção da saúde respiratória, sendo a nasofaringe o local do trato respiratório mais interessante quanto a esta diversidade (Timsit & Amelia, 2022).

2.3. Etiologia do Complexo Respiratório Bovino

O complexo respiratório bovino (CRB) tem uma enorme importância económica tanto no setor leiteiro como no setor da produção de carne, sendo que é a causa mais importante de morbilidade e mortalidade. Apesar de poder ocorrer em qualquer idade, os três grupos associados a mais perdas económicas são: bezerros leiteiros com menos de 3 meses de idade, podendo alargar-se até aos 6 meses; bezerros de carne antes do desmame, com menos de 5 meses; e bezerros de carne na altura desmame, entre os 5 e 8 meses (Chamorro & Palomares, 2020).

A curto prazo, os custos para o produtor incluem trabalho na deteção e tratamento dos animais doentes, desempenho reduzido e custos de reposição dos animais que morrem, entre outros. Por outro lado, a longo prazo, considera-se que há uma subestimação dos custos devido à falta de registos, tornando mais difícil avaliar o impacto da doença por parte do produtor (Stanton et al., 2012). A ultrassonografia torácica, através da monitorização dos animais com lesões ao longo da sua vida produtiva e reprodutiva, tem tornado este tipo de impacto mais visível, como se verá adiante.

O CRB descreve não só a entidade clínica de broncopneumonia, como outras doenças respiratórias, tanto em bovinos adultos como jovens, nos quais é muito mais frequente, e está associado a uma ampla variedade de agentes (Love et al., 2016).

Vírus Parainfluenza tipo 3 (PIV tipo 3), Herpesvírus Bovino tipo 1 (BHV-1), Vírus da diarreia viral bovina (BVDV) e Vírus Respiratório Sincicial Bovino (BRSV) são agentes patogénicos respiratórios virais primários (Panciera & Confer, 2010). Adenovírus, Coronavírus, Enterovírus, Reovírus, Vírus Influenza D, Herpesvírus Bovino tipo 4 (BHV-4) são outros vírus que podem estar envolvidos na patogénese da doença mas cujo papel ainda não foi completamente esclarecido e, por conseguinte, não há uma classificação unânime (McGill & Sacco, 2020). Quanto às bactérias, há que mencionar as seguintes: *Mannheimia haemolytica*, *Mycoplasma bovis*, *Histophilus somni* e *Pasteurella multocida* como agentes bacterianos importantes, sendo a *M. haemolytica* o agente patogénico bacteriano principal (Griffin, Chengappa, Kuszak, & McVey, 2010). *Trueperella pyogenes* e *Bibersteinia trehalosi* são bactérias menos importantes, mas que também se associam à

doença. Nas Tabelas 2 e 3, no Anexo B, podem encontrar-se várias informações sobre cada um dos agentes e sobre as infecções que provocam.

De uma forma geral, um determinado fator como infecção viral ou parasitária, *stress* ou ambiente com altas concentrações de amônia, por exemplo, deprime o sistema imunitário do hospedeiro e permite que as bactérias se multipliquem rapidamente no TRS e, posteriormente, colonizem o trato respiratório inferior, resultando eventualmente em broncopneumonia (Griffin et al., 2010). A alteração das mucosas, favorecendo a adesão das bactérias, e a modificação do sistema imunitário inato e adaptativo são dois mecanismos através dos quais a infecção viral propicia a infecção bacteriana (Pancieria & Confer, 2010). Em situações de *stress*, o aumento da produção endógena de corticosteroides e catecolaminas altera as defesas inatas do hospedeiro (Timsit & Amelia, 2022).

No setor da carne, o próprio circuito comercial propicia o desenvolvimento de infecções respiratórias graças à concentração de fatores estressantes num curto intervalo de tempo, nomeadamente, desmame, transporte, e junção de animais oriundos de várias explorações com estatutos sanitários desconhecidos (Griffin et al., 2010). Os primeiros 50 dias após desmame e subsequente transporte para o lote de engorda são o intervalo de tempo no qual é mais comum o desenvolvimento de CRB (Timsit & Amelia, 2022). Alguns autores defendem um intervalo mais curto, de 7 a 10 dias (Griffin et al., 2010). Por esta razão, é comum intitular-se o CRB por “febre dos transportes”. Alguns autores associam este termo a infecções por *M. haemolytica* e *P. multocida* (Step and Confer, 2009). A morbidade pode variar de 0 a 70 % e a mortalidade de 0,5 a 25%, dependendo da origem, *status* imunitário e idade dos animais (Babcock et al., 2010). Ainda no setor da carne, a doença pode surgir antes do desmame, mas o seu caráter é geralmente esporádico. É conhecida como “pneumonia de verão” nos Estados Unidos da América mas, na Europa, ocorre sobretudo no inverno.

Nas explorações leiteiras, a doença ocorre sob a forma de surto ou como doença endémica. Os primeiros são mais comuns no inverno, podendo afetar até 90% dos bezerros e estando geralmente associados a uma infecção viral. A forma endémica é conhecida como pneumonia enzoótica dos vitelos e atinge animais das 2 semanas aos 4 meses de vida, estando geralmente associada a falhas no alojamento ou no maneio (Timsit & Amelia, 2022).

2.4. Diagnóstico do Complexo Respiratório Bovino

O diagnóstico do CRB mantém-se, sem dúvida, um grande desafio na prática clínica. Com a pressão para a redução do uso de antibióticos, a prática da metafilaxia a ser

abandonada e a necessidade de tornar as explorações mais viáveis em termos económicos, impõe-se uma urgente necessidade de definir o caso individual para assim poder decidir que animais precisam de tratamento. Para que se realizem tratamentos mais direcionados, é esperado que os novos testes de diagnóstico apresentem um tempo de resposta curto entre a amostragem e o resultado (<1 dia) (Pardon & Buczinski, 2020). Desta forma, devem ser ponderadas novas ferramentas de diagnóstico e, nessa busca, a escolha do teste padrão assume uma particular relevância. A necrópsia é frequentemente selecionada como teste *gold standard* e, recentemente, métodos bayesianos de classe latente, têm sido também utilizados para determinar a precisão de dois métodos em simultâneo. Em termos económicos, a especificidade do teste é o mais importante e, por outro lado, a sensibilidade é o mais relevante quando o foco é o bem-estar (Buczinski, 2020).

Em termos de diagnóstico clínico, podemos dividir os testes diagnóstico em duas aplicações: triagem e confirmação, tornando o processo mais simples, principalmente em grupos de animais. Os primeiros devem ser rápidos, baratos e visuais e os segundos focam-se nos animais selecionados pelos primeiros numa investigação mais aprofundada. Outra alternativa, será usar testes paralelos no mesmo animal. Normalmente, os métodos de triagem são sistemas de pontuação clínica. Como alternativas, existe a termografia infravermelha do plano nasal, que permite monitorizar constantemente a temperatura dos animais de forma não invasiva e em tempo real, e o constante controlo da alimentação e do comportamento, já que se sabe que animais doentes passam mais tempo deitados, havendo diminuição dos períodos de alimentação. Sistemas automáticos, como o sistema REDI baseado em informações posicionais em tempo real, estão em desenvolvimento e, para já, parecem estar associados a uma deteção mais precoce da doença e a maiores taxas de sucesso no primeiro tratamento (White et al., 2016).

Em 1998, Thomas e colaboradores propuseram o primeiro sistema de pontuação clínico. Este sistema foi considerado inadequado para trabalho de campo porque usa 17 preditores, dados hematológicos e requer observações específicas. Em 2008, a Universidade de Wisconsin (WI) propôs um novo sistema que subdivide cada um dos 5 sinais clínicos avaliados em 4 níveis de severidade (McGuirk, 2008). Existe uma aplicação disponível para iPad, *Calf Health Score*, que permite a recolha dos dados de forma mais prática e a sua partilha direta para Excel. É um dos sistemas mais usados atualmente, mas a classificação em 4 níveis pode gerar uma sobreposição ambígua para indivíduos inexperientes e, apesar de avaliar 5 parâmetros, como só considera o valor mais alto entre posição da orelha e descarga ocular, descarta um dos parâmetros, o que pode significar perda de informação. Adicionalmente, ao avaliar sem ponderação entre sinais clínicos,

assume que todos têm a mesma força de efeito, o que pode não corresponder à realidade (Buczinski, 2020). Um estudo realizado com o objetivo de determinar, entre outros valores, a precisão deste sistema de pontuação, concluiu que a sua sensibilidade era 62,4% e a sua especificidade 74,1%, ou seja, sensibilidade moderada e especificidade alta, o que se traduziu num número relativamente baixo de falsos positivos (Buczinski et al., 2015). O sistema DART (*Depression, Appetite, Respiration and Temperature*) foi desenvolvido em 2010 com o intuito de identificar bovinos em sistema de engorda a necessitar de tratamento para CRB. Contudo, é difícil de padronizar porque o peso dos sinais clínicos e os pontos de decisão não são definidos. Os sinais que avalia não são específicos de doença respiratória e essa é a principal crítica feita ao sistema. Quanto à temperatura, por exemplo, um estudo de Holstein et al. (2014) não conseguiu identificar um valor de temperatura retal que pudesse ser usado para tomar decisões de tratamento e mostrou que a relação entre a temperatura e a probabilidade de um animal não terminar o seu ciclo produtivo não era linear. Por fim, em 2014, na Califórnia, surgiram 3 novos sistemas de pontuação dirigidos a bezerros de leite pré-desmamados, sistemas esses que implicam menos avaliação qualitativa dos sinais clínicos e menos manuseio dos animais, oferecendo algoritmos mais simples. Os pesos de pontuação e pontos de corte foram selecionados usando estimativas estatísticas e a concordância. Quando comparados com o sistema até então mais utilizado, o sistema da Universidade de Wisconsin, os resultados foram superiores (Love et al., 2014).

No sentido de comparar o sistema de Wisconsin (WI) e os sistemas da Califórnia (CA), Love et al. (2016) avaliaram as suas sensibilidade e especificidade. Quanto à sensibilidade, avaliaram tanto a sensibilidade diagnóstica, ou seja, de confirmar um caso suspeito, como de triagem, ou seja, de estimar a prevalência da doença no grupo. Estes investigadores demonstraram que não houve variação estatisticamente significativa, nem quanto à sensibilidade de diagnóstico (72%), nem quanto à triagem (46%). Assim, nenhum dos testes é suficientemente sensível para ser usado isoladamente como um teste de referência confirmatório. Por outro lado, a especificidade foi estatisticamente maior para o sistema de WI (91,2%) do que para o sistema CA (87,4%), provavelmente devido à separação dos sinais clínicos em mais níveis de gravidade, como é feita no sistema de WI, ao contrário da dicotomia do sistema CA, resultando em menos falsos positivos.

Recentemente, Maier, Rowe et al. (2019), propuseram um novo sistema de pontuação, específico para bezerros desmamados em alojamento de grupo. Este sistema inclui a avaliação de 4 sinais clínicos: tosse (2 pontos), respiração anormal (1 ponto), olhos encovados (4 pontos) e condição corporal baixa (5 pontos), sendo que um animal que pontuasse dois pontos ou mais devia ser suspeito de CRB. O sistema permite ainda

adicionar um passo confirmatório, a temperatura retal, o que aumenta a especificidade. Como a temperatura pode manter-se elevada apenas nas primeiras 12 horas, é importante a monitorização diária quando este passo for utilizado. Além disso, é um sistema versátil pois contempla um ajuste à temperatura ambiental. De maneira geral, os sistemas de pontuação são úteis, mas não conseguem diferenciar doença das vias aéreas superiores das inferiores, nem identificar animais subclínicos (Ollivett & Buczinski, 2016).

Lowie et al. (2022) avaliaram 24 parâmetros clínicos em 956 animais com recurso à ecografia pulmonar, concluindo que a tosse, tanto espontânea como induzida, era o melhor e único sinal clínico associado à consolidação, em todos os sistemas de produção, superando qualquer combinação de sinais clínicos. Sendo assim, a tosse pode ser um bom sinal de alerta para a necessidade de avaliar ecograficamente os animais.

No que toca a testes confirmatórios, a auscultação torácica é o mais utilizado. Francoz et al. (2014) avaliaram 106 bezerros no sentido de correlacionar a auscultação com a presença de consolidação pulmonar detetada ecograficamente. A auscultação mostrou ter uma sensibilidade de 5,9% e uma especificidade de 97,3 a 100% para detetar consolidação pulmonar, o que prova o seu limitado valor de diagnóstico para doença respiratória. Buczinski et al. (2016) avaliaram o valor incremental da ultrassonografia torácica sobre a auscultação pulmonar tendo determinado uma sensibilidade para a auscultação de 72,9% e uma especificidade de 53,3%. A ultrassonografia pulmonar apresentou uma maior especificidade (92,9%), aumentando a percentagem de animais corretamente classificados e mostrando que a auscultação não tem especificidade suficiente enquanto método de diagnóstico confirmatório isolado. É de notar que a sensibilidade da auscultação aumentou consideravelmente em comparação com o estudo anterior e pensa-se que isso se deva à avaliação dos sons bronquiais que, mesmo podendo estar aumentados noutras circunstâncias, também o estão em situações de consolidação pulmonar. A subjetividade decorrente da variabilidade entre avaliadores é apontada como uma desvantagem da auscultação e, como tal, já foi comercializado um algoritmo de auscultação auxiliado por computador com recurso a um estetoscópio eletrónico que, em 8 segundos, pontua de 1 a 5. A precisão e aplicabilidade do método estão a ser avaliadas mas os resultados parecem promissores (Zeineldin et al., 2016). Testes imagiológicos como TAC, radiografia e ultrassonografia também são considerados confirmatórios. Um estudo retrospectivo com recurso a 42 vacas, identificou lesões torácicas através de exame radiográfico e confirmou-as através de necrópsia, mostrando que a sensibilidade e especificidade da técnica radiográfica é de 94% e 50%, respetivamente (Masseau et al., 2008). Na radiografia, um padrão alveolar com ou sem broncograma aéreo e lesões cavitárias caracterizam a pneumonia infecciosa. O efeito da adição por sobreposição de

estruturas e a pouca aplicabilidade no campo são os dois principais entraves ao uso desta técnica. Quanto ao TAC, só é possível em contexto hospitalar, o que por si só representa uma limitação. A ultrassonografia é uma excelente alternativa que será discutida no capítulo seguinte. Por fim, os biomarcadores são uma opção cada vez mais estudada, não só quanto à sua capacidade de classificar os animais como doentes ou saudáveis, mas também para diagnosticar a doença de forma precoce, indicando a eventual necessidade de tratamento e prevenindo as consequências da doença. As seguintes proteínas de fase aguda: Haptoglobina (Hp), Amilóide sérica A (SAA), Procalcitonina (PCT), bem como citocinas pró-inflamatórias, biomarcadores metabólicos e transcriptômicos são considerados biomarcadores candidatos para detecção precoce da doença respiratória. Dos biomarcadores mencionados, a Hp é a única que pode ser usada de forma individual, mas a variação nos *cutoffs* de concentração usados nos estudos tem tornado difícil a sua aplicação. Para prever o risco e o resultado da doença, para além dos marcadores sanguíneos como as proteínas de fase aguda, IL-8 e metabolitos como o lactato, pode recorrer-se a biomarcadores não sanguíneos como medição dos gases exalados (CO₂ e N₂O) e da anexina 1 e 2 em lavagem bronco-alveolar. Dentro dos métodos ómicos, ainda usados apenas para investigação, os biomarcadores transcriptômicos têm um maior potencial para detetar precocemente a doença, mas a metabolómica permite detetar vários marcadores sanguíneos ao mesmo tempo (Li et al., 2022).

Quanto ao diagnóstico etiológico, é importante referir que o local de amostragem é muito importante na interpretação do resultado. As técnicas de amostragem incluem: esfregaço nasal, esfregaço nasofaríngeo, lavagem e aspirado transtraqueal e lavagem broncoalveolar com ou sem recurso a endoscópio. Quanto ao primeiro, este é realizado na mucosa nasal e tem um valor diagnóstico limitado. Os esfregaços nasofaríngeos profundos permitem uma amostragem do epitélio respiratório e linfóide da nasofaringe, sendo por isso mais representativos do que os anteriores. A principal desvantagem é amostrar diretamente do trato respiratório superior (TRS), sendo comum apenas o isolamento de agentes oportunistas. Em infeções por *Mycoplasma bovis*, são representativos dos isolados que se encontram no pulmão. Estas duas técnicas têm valor diagnóstico principalmente para vírus das vias aéreas superiores. A lavagem transtraqueal é rápida e bastante utilizada para bacteriologia, consistindo na instilação e aspiração de fluído, através da introdução do equipamento na traqueia até à bifurcação brônquica, após assepsia da zona e sedação, se necessário. Em casos de traqueíte bacteriana, podem surgir falsos-positivos. Quanto ao aspirado transtraqueal, este consiste na aspiração do muco presente no trato respiratório. A lavagem broncoalveolar realiza-se com recurso a um cateter ou endoscópio flexível que entra no nariz e vai até um brônquio, onde deposita

um certo volume, normalmente 60 ml de solução salina estéril à temperatura ambiente que é imediatamente aspirada. A contenção do animal é importante, sendo que as narinas devem ser apontadas para cima. Apesar de dispendiosa e demorada, permite colher apenas de um lobo pulmonar. Uma variação mais acessível desta técnica é a lavagem bronco-alveolar não endoscópica, que difere da anterior, uma vez que neste caso o cateter é introduzido “às cegas” até que se atinja uma posição em cunha, típica de um grande brônquio. É mais indicada para pesquisa de inflamação por citologia do que para bacteriologia devido à contaminação nasal (Pardon & Buczinski, 2020).

Quanto aos testes de diagnóstico, podemos referir, em primeiro lugar, a serologia, que implica duas colheitas separadas no tempo e é indicada para avaliar o *status* de proteção de uma exploração. Devemos ter em consideração que, no caso das bactérias da família *Pasteurellaceae*, não é aplicável porque a imunidade materna transita para a imunidade adquirida, sem quaisquer sinais de doença ou seroconversão. A cultura microbiana é barata e permite não só a identificação de bactérias, como também avaliar a sua suscetibilidade aos antimicrobianos. É de lembrar que os *Mycoplasma* spp requerem meios específicos e que os *Histophilus* spp são também bactérias exigentes no que toca à composição dos meios. No caso de agentes oportunistas, em que a interpretação é mais difícil, podem usar-se culturas quantitativas (Pardon & Buczinski, 2020). Love et al. (2016) mostraram que a sensibilidade de diagnóstico e a especificidade para a cultura aeróbica e de *Mycoplasma* spp foram significativamente comparáveis ou significativamente menores do que para ambos os sistemas de pontuação clínica, WI e CA. A *Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time of Flight Mass Spectrometry* é uma técnica que permite a identificação de bactérias através dos seus perfis proteicos. Os custos são relativamente baixos e pode fornecer informação sobre a suscetibilidade antimicrobiana mais rapidamente do que os testes de difusão em disco. O PCR (*Polimerase Chain Reaction*) Multiplex permite a deteção de várias bactérias ou vírus em simultâneo, mas necessita de *primers* específicos, exigindo uma determinação prévia dos agentes patogénicos de interesse, e a atualização constante dos mesmos, não sendo barato e nem sempre fácil de interpretar. *Pools* de 5 animais aumentam a sensibilidade, usando-se frequentemente o RT-PCR (*Real Time PCR*) Multiplex para BRSV, bPI3V e BHV-1. De qualquer forma, é necessário acautelar os falsos positivos quando a vacinação dos animais ocorreu há menos de 14 dias com vacinas vivas modificadas (Peek & Divers, 2018). Uma nova técnica, *Next-Generation and Third-Generation Sequencing*, permite que todos os agentes patogénicos sejam detetados simultaneamente, sem seleção prévia, mas é um teste dispendioso e demorado (Pardon & Buczinski, 2020). Será de referir ainda que a maioria dos vírus do CRB pode ser identificada através de isolamento viral em cultura de células.

A interpretação de qualquer um dos testes diagnóstico requer informações sobre o local de amostragem, como referido anteriormente, mas também sobre o agente patogénico identificado, os dados clínicos do animal, a técnica de amostragem utilizada e se a amostra é de um único animal ou agrupada. Assim, a recolha de uma história clínica o mais completa possível é importante para direcionar o raciocínio clínico (Cooper & Brodersen, 2010). No caso de BRSV e BHV-1, por exemplo, a sua deteção em qualquer local do trato respiratório é significativa. Quanto a agentes patogénicos secundários ou oportunistas, é sempre mais difícil e amostras do TRI são a melhor opção. A seleção dos animais para amostragem é outro ponto importante que define o sucesso do teste de diagnóstico e, portanto, o retorno do investimento do produtor. O ideal para amostragem é se a suspeita for a de um vírus implicado, com um animal na fase aguda da doença, ou seja, doente há poucos dias mas sem sinais respiratórios graves e ao qual não foi administrado tratamento antimicrobiano. Por outro lado, se o nosso diagnóstico pende para bactérias oportunistas, deve-se realizar a pesquisa em animais com broncopneumonia clínica (Pardon & Buczinski, 2020).

Num caso de surto, em que há animais mortos na exploração, ou em casos em que se decide pela eutanásia, a necropsia é uma solução adequada. Para investigação de doença respiratória, deve recolher-se amostras de pulmão, soro, linfonodos traqueais e mesentéricos, pele, íleo, fígado, rim e baço. O íleo e o cólon são importantes, particularmente se a nossa pesquisa for direcionada para o Coronavírus. Para além de cultura, as amostras podem ser avaliadas através de técnicas de imunohistoquímica, histopatologia e teste de anticorpos fluorescentes. Na primeira, podemos visualizar microscopicamente o antigénio em determinados tecidos ou em determinados tipos celulares nesses tecidos, o que constitui uma vantagem importante (Cooper & Brodersen, 2010).

2.5. Ecografia pulmonar como método diagnóstico do Complexo Respiratório Bovino

2.5.1. A Ecografia na medicina veterinária de bovinos: Utilidade e Fundamentos

Na buiatria, a ecografia tem sido usada há várias décadas para múltiplos fins e, devido à crescente compreensão do seu potencial, é considerada uma ferramenta cada vez mais essencial, permitindo diagnósticos com precisão acrescida, importantes numa produção animal com cada vez menos margem para erros. Tanto na investigação como na prática clínica, a ecografia tem-se mostrado uma mais-valia, desde a reprodução até à qualidade da carne, passando pela medicina interna.

Para contextualizar, é importante relembrar que a imagem é formada através da mudança de forma e vibração dos cristais piezoelétricos contidos na sonda quando sujeitos a um impulso mecânico ou elétrico. Neste processo, as ondas sonoras são refletidas pelos tecidos e voltam para a sonda, como ecos. Enquanto onda sonora, podemos caracterizar o ultrassom quanto à sua frequência, comprimento de onda e velocidade. Baixa frequência e grande comprimento de onda são usados para visualizar estruturas mais profundas. Se o nosso objetivo é resolução e não profundidade, a frequência deve ser aumentada. Quanto aos modos, o modo B (brilho) é o mais utilizado e apresenta as imagens numa escala de cinzentos sendo que, quando um tecido transmite a maior parte dos ecos, é considerado hipoecóico e a imagem torna-se mais escura. Quando reflete a maior parte dos ecos, é hiperecóico e a imagem fica mais clara. Por fim, quanto aos artefactos, o de reverberação é o mais frequente na ultrassonografia torácica. A reverberação pode ser interna ou externa, em casos em que existe ar entre a sonda e a pele. Na imagem, veem-se várias linhas hiperecogénicas espaçadas e que se vão atenuando à medida que se tornam mais profundas, podendo-se explicar pela formação de vários ecos de um pulso de ultrassom que se movem para a frente e para trás entre duas ou mais estruturas refletivas no eixo do feixe de som. As “caudas de cometa” incluem-se neste tipo de artefactos e indicam o acúmulo focal de uma pequena quantidade de material altamente refletivo, geralmente bolhas de gás (Ver Figura 8, Anexo C). Por outro lado, nem sempre são artefactos, podendo estar associados a enfisema, dependendo da sua localização e quantidade (Blond & Buczinski, 2009).

2.5.2. Ecografia do Sistema Respiratório

A ecografia tem aplicações tanto no TRS como no TRI mas a avaliação torácica é a mais comum. No trato respiratório superior, podemos avaliar, por exemplo, massas nos tecidos moles circundantes à traqueia e à laringe. No tórax, é possível diagnosticar fratura de costelas, que se vê como uma descontinuidade no alinhamento da cortical da costela e uma alteração na ecogenicidade dos tecidos moles circundantes (Babkine & Blond, 2009).

2.5.3. Ecografia pulmonar: Aplicações e Vantagens

A ecografia pulmonar tem múltiplas utilidades, nomeadamente: confirmar uma suspeita clínica; monitorizar o trabalho dos funcionários do viteleiro quanto à sua atenção aos animais através do cálculo da taxa de deteção que deve ser superior a 85 % (Ollivett & Buczinski, 2016); verificar a eficácia de um tratamento; comprovar que determinado programa vacinal é adequado e está a ser bem sucedido; analisar a percentagem de animais que desenvolve infeção respiratória depois de episódios de diarreia nas semanas

anteriores; e selecionar animais para recria, permitindo que os custos desta sejam alocados às novilhas com mais probabilidade de serem lucrativas no futuro.

A ecografia é uma técnica não invasiva, objetiva, rápida e facilmente incluída no exame físico, permitindo a exclusão mais precisa e precoce de animais menos produtivos e que podem ser fonte de contágio para os restantes. É uma técnica facilmente realizada no campo, tanto em animais de leite como em animais de carne através de uma manga, por exemplo. Para além disso, implica menos investimento em tratamento, com uma consequente melhoria do bem-estar animal (Adams & Buczinski, 2016).

Quanto à sensibilidade e especificidade da técnica, vários estudos têm sido realizados, alguns deles usando o exame *post mortem* como método *gold standard*. Um primeiro estudo, realizado por Rabeling et al. (1998) obteve uma sensibilidade de 85% e uma especificidade de 98%, examinando apenas do 11º ao 3º EI. Buczinski et al. (2015) atingiram valores de sensibilidade e especificidade de 79,4% e 93,9%, respetivamente. A técnica utilizada foi semelhante à do estudo anterior, mas consideraram como positivos todos os animais com mais de 1 cm de consolidação, ao contrário de Rabeling et al. (1998) que recorreram a um sistema de 5 categorias de lesões. Segundo Ollivett et al. (2015), na deteção de animais com doença respiratória subclínica, cujo diagnóstico *ante mortem* se torna ainda mais difícil, a ultrassonografia apresentou uma sensibilidade de 94% e uma especificidade de 100%. É de notar que a maior parte das lesões encontradas se localizavam no lobo cranial e médio direitos e, portanto, os animais indicados para a pesquisa de infeção subclínica deviam ter, idealmente, menos de 3 meses, podendo prolongar-se até aos 6 meses, de forma que a musculatura do membro anterior não impedisse a observação dos primeiros dois espaços intercostais. Nos três estudos e de forma geral, a ultrassonografia apresentou valores altos de especificidade e sensibilidade, mesmo tendo sido utilizadas técnicas diferentes. A inclusão do aspeto cranial do lobo cranial no estudo de Ollivett et al. (2015) pode justificar os valores mais altos.

No sentido de perceber quão rápido se forma uma consolidação após uma infeção bacteriana e em que momento começa a ser visível na ultrassonografia, Ollivett et al. (2013) realizaram um estudo no qual se infetaram experimentalmente animais com *Mannheimia haemolytica*, tendo concluído que 2 horas após a inoculação já era possível detetar consolidação, caracterizada por um infiltrado de células inflamatórias, com esta a atingir o seu ponto de maior gravidade em 24 horas, persistindo até, pelo menos, 120 horas. Estes investigadores concluíram ainda que as lesões ultrassonográficas se desenvolviam antes dos sinais clínicos e persistiam por mais tempo. Quanto às desvantagens, não permitiu diferenciar lesões ativas de lesões inativas. Ainda não há diretrizes objetivas que permitam, através das lesões ecográficas, definir se o animal está

doente com CRB ou não (Adams & Buczinski, 2016). Casos falsos positivos podem ocorrer em situações em que a consolidação é devida a uma sequela de pneumonia, como fibrose, por exemplo (Buczinski et al., 2015).

2.5.3.1. Interpretação de imagens

Ao colocar a sonda do ecógrafo em contacto com o animal, são observáveis várias camadas, nomeadamente pele, gordura subcutânea, músculos intercostal externo e intercostal interno, linha pleural e parênquima pulmonar. É de mencionar que, numa situação em que há excesso de gordura, este tecido reflete muito as ondas de ultrassom, podendo dificultar a visualização da imagem. As duas pleuras, parietal e visceral, formam uma linha hiperecótica, a linha pleural, resultante da reflexão total do ultrassom na transição para o pulmão ventilado. O ar impede a progressão das ondas, refletindo-as e formando os artefactos de reverberação ou linhas A (Ver Figura 9, Anexo C). Devido a este facto, se a parte superficial do pulmão estiver normal, não é possível avaliar as partes mais profundas. No exame, o movimento do deslizamento do pulmão na respiração, ao qual se chama deslizamento (*sliding*), permite diferenciar os dois folhetos pleurais. Um caso de derrame pleural pode ser visualizado como líquido de variada ecogenicidade entre as duas pleuras, geralmente na parte ventral do tórax. Quando é bilateral, e como a maior parte dos animais não tem fenestração mediastínica, é mais sugestivo de um problema hemodinâmico como uma insuficiência cardíaca ou um problema hepático, com o líquido a apresentar-se anecoico nestes casos. Uma broncopneumonia pode ainda surgir associada e tornar mais evidente as porções pulmonares consolidadas. Se o derrame pleural resultar em atelectasia, o lobo pulmonar afetado aparece mais pequeno, triangular e hiperecótico, rodeado de líquido. Ainda na pleura, são visíveis irregularidades, espessamentos e aderências. Para avaliar qual das duas está afetada, é necessário relembrar que é sempre a pleura visceral que se move e que, em caso de aderências, há ausência de movimento. Também no pneumotórax, com ar livre entre os dois folhetos pleurais, o movimento de deslizamento deixa de ser visível, sendo observáveis apenas artefactos imóveis de reverberação (Babkine & Blond, 2009).

Quanto às lesões pulmonares, em primeiro lugar é importante ter em mente que apenas são visíveis se próximas à pleura visceral. Contudo, a maior parte estende-se até aí, não parecendo constituir uma limitação à técnica (T.L.Ollivett et al., 2015). Na broncopneumonia, podem estar presentes alveogramas, que correspondem a alvéolos preenchidos por material, líquido ou celular, e que podem representar áreas de necrose, metástases, pequenos abscessos ou inflamação, visualizando-se como pequenos nódulos hipocóicos ou anecóicos. Os abscessos são lesões cavitárias, circulares, encapsuladas, com ecogenicidade variável e de distribuição multifocal, frequentemente associados à

infecção por *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida* e *Mycoplasma bovis*. No que toca à consolidação pulmonar, o pulmão torna-se hipoecóico, semelhante a parênquima hepático (hepatização pulmonar). Nesses casos, é possível encontrar broncoerogramas, brônquios cheios de ar que os torna hiperecóticos e que aparecem como manchas ou pontos, medindo alguns milímetros de diâmetro e estando associados a “caudas de cometa” distais. Se se visualizar uma estrutura tubular anecóica com parede hiperecóica, trata-se de um broncograma fluído e está associado a consolidações lobares. A consolidação pode ser lobar ou lobular e, patologicamente, estes termos representam infeções específicas mas, ultrassonograficamente, são usados consoante a extensão das lesões. As lesões lobulares são pequenas áreas de consolidação (~1 cm) dentro de um lobo pulmonar normalmente ventilado e, sendo assim, a interface hiperecóica de reverberação pleural está presente dorsal e ventralmente à lesão. É comum a existência de várias “caudas de cometa” lateralmente à lesão e, se houver coalescência dessas caudas, designa-se como B. Quando numa imagem vemos várias “caudas de cometa”, é um sinal de alerta. No caso de consolidação lobar, esta afeta o lobo em toda a sua totalidade, em toda a sua espessura, surgindo um parênquima hipoecóico em toda a imagem, sem áreas normais (Ollivett & Buczinski, 2016). É de notar que a consolidação não ocorre apenas em situações de infeção respiratória, mas também de atelectasia e enfarte. A atelectasia surge quando o pulmão não consegue inflar ou em casos de derrame pleural e pneumotórax. No caso de atelectasia obstrutiva, secundária à obstrução das vias aéreas, é observado um broncograma estático que não se move com os movimentos respiratórios, ao contrário da consolidação por infeção, em que o broncograma tem um movimento dinâmico que acompanha a respiração (Buczinski et al., 2014). Na avaliação das lesões de consolidação, vários indicadores podem ser analisados, mas Rademacher et al. (2014) mostraram que aqueles que se correlacionam mais com o prognóstico são a área de consolidação e, principalmente, a profundidade. Nas lesões crónicas, a textura homogénea de pulmão hepatizado pode permanecer (Colored, 2004). No Anexo C, as Figuras 9, 10 e 11, permitem visualizar de forma mais esclarecedora as várias lesões acima descritas.

2.5.3.2. Equipamento

Nos diferentes estudos que recorrem à técnica da ecografia pulmonar, vários tipos de sonda, em diferentes frequências, foram utilizados, nomeadamente, sondas lineares, setoriais e convexas. Contudo, a maioria utiliza um transdutor retal linear com uma frequência compreendida entre os 5 e os 10 MHz, já que são os frequentemente utilizados

na reprodução e, devido ao seu formato, permitem um bom acesso às regiões craniais do tórax (Ollivett & Buczinski, 2016).

2.5.3.3. Técnica

O aspeto técnico mais importante é que o exame se realize de forma sistemática, no sentido caudal para cranial e dorsal para ventral. A sonda deve ser localizada paralelamente às costelas e movida ao longo de cada espaço intercostal, devendo ser ajustada para melhor se adaptar e permitir a correta visualização do parênquima pulmonar (Ollivett & Buczinski, 2016). Numa avaliação diagnóstica de um caso clínico isolado, todos os lobos devem ser avaliados, ou seja, do 10º EI ao 2º EI do lado esquerdo e do 10º EI ao 1ºEI do lado direito. Por outro lado, se o objetivo for uma abordagem mais rápida, é fundamental conhecer as localizações mais típicas das lesões para que então restringir o exame a esses sítios (Rademacher et al., 2014).

Relativamente à localização das lesões, no lado direito, o aspeto cranial do lobo cranial e o lobo médio são os dois locais onde mais frequentemente e precocemente se encontram lesões de consolidação pulmonar, indicativas de broncopneumonia. O aspeto cranial do lobo cranial direito é o local de mais difícil acesso, uma vez que se localiza medialmente à escápula e ao tríceps. Para o examinar, a sonda deve ser segurada com a ponta de dois dedos e colocada sob o músculo a meio de uma linha imaginária que una a ponta da escápula e o cotovelo. O aspeto caudal do lobo cranial adquire uma forma de cunha quando consolidado mas esse achado não é tão frequente. Quanto ao lado esquerdo, a broncopneumonia localiza-se mais frequentemente no aspeto caudal do lobo cranial. Os abscessos, normalmente associados a mau prognóstico, são mais frequentes nos lobos caudais. É importante saber identificar o timo para que este não seja confundido com um abscesso. O timo situa-se no primeiro EI do lado direito, ventralmente, sendo visto como uma área arredondada e hipoecóica (Ollivett & Buczinski, 2016).

O operador que realiza o exame pode optar entre ficar de pé ou agachado, como se pode observar na Figura 14, Anexo D. Se de pé, o exame é facilitado se o cabo da sonda passar por cima do animal para se examinar o lado oposto àquele em que nos encontramos. Quanto à contenção do animal, esta deve ser mínima, apenas o necessário para a realização do procedimento, não sendo necessário a sedação. Os membros posteriores encostados a alguma superfície ou seguros pela mão do ajudante, com a outra mão sob o queixo, é uma boa maneira de manter os animais calmos. Quanto à preparação do animal, vários estudos mencionam a tricotomia da região torácica mas atualmente é considerado desnecessária. O álcool isopropílico a 70% é o melhor agente transdutor e, para que seja mais fácil aplicar, pode usar-se um pulverizador (Ollivett & Buczinski, 2016).

2.5.3.4. Sistemas de pontuação das lesões pulmonares ecográficas

A existência de um sistema que categoriza as lesões é não só importante como necessário para o registo das informações observadas. Assim, existem dois sistemas principais. Adams & Buczinski (2016) elaboraram um sistema de pontuação de 1 a 4 baseado na extensão da consolidação. A pontuação de 1 era atribuída a animais sem anomalias, 2 a animais com múltiplas “caudas de cometa” e linhas B (coalescência de múltiplas “caudas de cometa”) mas sem consolidação pulmonar; 3 quando havia um ou mais locais de consolidação pulmonar de dimensão igual ou superior a 1 cm; e por fim, 4, para bezerros com consolidação extensa, ou seja, igual ou maior do que 6 cm em um ou mais locais ou com um vários abscessos ou derrame pleural com mais de 1 cm. Uma alternativa a este sistema é o de Ollivett & Buczinski (2016) que pontua consoante o tipo de lesão e a sua localização, não sendo necessária a medição da extensão da consolidação, o que no campo pode representar uma grande vantagem. É um sistema de 0 a 6, em que 0 significa um pulmão saudável, sem lesões, ventilado normalmente ou com poucos artefactos em “cauda de cometa”, 1 é um pulmão com artefactos em “cauda de cometa” difusos, 2, pneumonia lobular, 3, pneumonia lobar em apenas 1 lobo, 4, pneumonia lobar em dois lobos (cada aspeto conta como um lobo) e 5, pneumonia lobar em 3 ou mais lobos. Pontuações de 0 e 1 são consideradas normais e de 3 ou superiores, anormais, associadas a broncopneumonia bacteriana. Pontuações de 3, com pequenas lesões lobulares podem ser interpretadas como infeções virais. Existe uma aplicação disponível para iPad, *CalfScan*, que permite a recolha dos dados de forma mais prática e a sua partilha direta para Excel.

2.5.3.5. Impacto das lesões pulmonares observáveis

No setor da produção de leite, vários estudos foram feitos no sentido de avaliar o impacto das lesões pulmonares na vida produtiva dos animais. Um estudo realizado por Adams & Buczinski (2016), com recurso a 250 novilhas Jersey, avaliou a relação entre as lesões pulmonares e a sobrevivência à primeira lactação e idade da primeira parição. O estudo mostrou que animais com lesões mais extensas tinham uma diferença significativa relativamente à sobrevivência, quando comparados com animais com menos lesões, ou seja, havia um risco de morte ou abate por fraco desempenho consideravelmente maior nos animais com mais lesões. Por outro lado, não houve variação significativa quanto à idade ao primeiro parto. Em contraste com o estudo anterior, Teixeira et. al (2017) mostraram que novilhas com consolidação pulmonar ao desmame tinham tendência para o 1º parto numa idade mais avançada. Estes investigadores concluíram ainda que os animais com lesões tinham taxas de prenhez à primeira inseminação mais baixas e maior

probabilidade de serem refugados antes do primeiro parto. Contudo, essa diferença não se perpetuou no tempo, já que não houve variação entre os dois grupos quanto à produção de leite na primeira lactação, incidência de doenças do pós-parto ou sobrevivência nos primeiros 90 dias em leite (DEL). Concluindo, este estudo mostrou que os efeitos da consolidação pulmonar se estendem apenas até à primeira lactação. Os resultados de Dunn et al. (2018) foram ao encontro dos de Adams & Buczinski (2016) quando avaliaram o efeito da consolidação pulmonar, a longo prazo, com recurso a 215 bezerras. Não observaram variações entre animais com e sem consolidação quanto à probabilidade de ficarem gestantes, nem na idade ao primeiro parto. Por outro lado, mostraram que não houve diferenças significativas entre os grupos quanto à saída da exploração até ao final da primeira lactação, aos 305 DEL. Para além disso, concluíram que novilhas com consolidação produziam, em média, 525 kg de leite a menos na primeira lactação quando comparadas com animais sem consolidação pulmonar, o que contrastava com os achados de Teixeira et. al (2017). Previamente, e sem recorrer à ecografia, só através da avaliação clínica, Stanton et al. (2012) mostraram o efeito negativo da doença pulmonar, já que, novilhas que tinham estado doentes, tinham 1,7 a 3,4 vezes mais probabilidade de serem removidas do efetivo antes do primeiro parto, além de parirem mais tarde, comparativamente ao grupo de animais saudáveis. Hurst et al. (2022) avaliaram o efeito do tratamento para CRB a longo prazo, tendo concluído que animais tratados para CRB na fase pré-desmame, entre os 61 e 120 dias de idade, apresentavam um risco significativamente maior de sair da exploração antes da primeira lactação e uma probabilidade reduzida de ficarem gestantes aos 17 meses. Por outro lado, o tratamento na fase de pré-desmame não teve impacto significativo na produção de leite na primeira lactação.

Quanto aos efeitos a curto prazo, a redução no crescimento é o efeito mais notório da doença respiratória e vários estudos foram feitos no sentido de o avaliar de forma objetiva. Virtala et al. (1996) estudaram o efeito da pneumonia no peso corporal nos primeiros 3 meses de vida e concluíram que estava associada a uma redução de 0,7 kg/dia durante o primeiro mês de vida e que era relevante, não só o facto de o animal ter pneumonia como a duração da mesma, indicando que pneumonias crónicas tinham um efeito ainda mais negativo. Cada semana de pneumonia reduzia 0,8 kg no ganho total de peso corporal nos primeiros 3 meses. Stanton et al. (2012) reforçaram esses mesmos dados mostrando que novilhas que tinham tido doença respiratória pesavam, aos 382 dias, 16,0 +/- 2,3 kg de peso a menos do que animais que tinham sido sempre saudáveis. Recentemente, Cramer & Ollivett (2019), no sentido de simplificar a identificação dos animais em risco de crescimento deficiente, mostraram que em vez de um sistema de

pontuação ultrassonográfica com 6 opções, a divisão dos animais entre com consolidação (1 cm²) e sem consolidação se relacionava de forma mais direta com o ganho médio diário (GMD). Estes investigadores mostraram uma redução de 0,11 kg/d no GMD em animais com consolidação, tendo concluído ainda que animais classificados como doentes pela pontuação clínica apresentavam um GMD menor do que animais saudáveis. É importante avaliar os animais tanto ecograficamente como clinicamente e ambos os sistemas devem ser implementados em simultâneo. Hurst et al. (2022) concordaram com Cramer & Ollivett (2019), mostrando que a doença respiratória tinha um impacto negativo no peso corporal da novilha até aos 400 dias.

Thompson et al. (2000), no seu estudo com 2.036 animais num sistema de lotes de engorda, mostraram que tanto CRB clínico como subclínico e que tanto as lesões no parênquima pulmonar como a existência de aderências pleurais, reduzem o GMD. Nos primeiros 35 dias de engorda, a doença clínica e subclínica reduzem o GMD em 216 g e 91 g, respetivamente. As lesões foram avaliadas no abate e permitiram concluir que, quando extensas, estavam associadas a uma redução de 88 g no GMD durante o período tardio de engorda, desde os 35 dias até ao abate.

2.6. Controlo, Maneio e Prevenção do Complexo Respiratório Bovino

A falta de progresso na área do CRB demonstra que continua a haver espaço significativo para melhorias no controlo desta síndrome multifatorial e que os produtores precisam de assistência na aplicação de práticas para melhorar a saúde dos animais (Gorden & Plummer, 2010).

A prevenção da doença respiratória assenta nos seguintes alicerces: desenvolvimento e manutenção de um sistema imunitário robusto, tornando o hospedeiro mais resistente, nomeadamente através do fornecimento de colostro de boa qualidade, nutrição adequada, ventilação e alojamento apropriados, biossegurança e vacinação ajustada para que se reduzam os fatores predisponentes, a exposição e o impacto dos agentes respiratórios (Gorden & Plummer, 2010).

Relativamente ao primeiro ponto, a característica imunológica mais importante dos fetos bovinos é a agamaglobulinémia, razão pela qual, a ingestão de colostro é essencial (Chase et al., 2008). Quando há uma falha de transferência de imunidade passiva (FTIP), há absorção insuficiente de imunoglobulinas maternas, aumentando o risco de ocorrência de infeção respiratória ou de esta se tornar mais grave. No seu estudo, Windeyer et al. (2014) mostraram que bezerros com FTIP (PT<5,7 g/dl) tinham 1,6 vezes mais probabilidade de serem tratados para CRB até aos 3 meses de idade. O colostro deve ser recolhido, processado e armazenado de forma a limitar a contaminação bacteriana,

devendo ter, no mínimo, 50 g de IgG/L e ser fornecido ao animal o mais rapidamente possível, nas primeiras 2 horas de vida. A quantidade adequada de colostro varia entre os 3 e os 4 litros, dependendo do peso do animal. (Gorden & Plummer, 2010). Há que mencionar também a importância de manter as maternidades limpas e secas e a desinfecção do umbigo após nascimento, pois já se demonstrou que reduzem a percentagem de animais tratados para doença respiratória (Gorden & Plummer, 2010).

No que toca à nutrição, sabe-se que se a ingestão de nutrientes não for ótima, o crescimento do bezerro e a funcionalidade do sistema imunitário serão afetados negativamente. Por outro lado, perante uma agressão, o consumo de nutrientes por parte do sistema imunitário aumenta drasticamente. Em vacarias que fornecem o leite descartado aos bezerros, a pasteurização pode reduzir as bactérias patogénicas associadas a doença respiratória. Contudo, se o leite descartado for fornecido cru, constitui um fator de risco para a colonização da faringe por *Mycoplasma* spp. e pode, ainda, permitir a transmissão de *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*. (Callan & Garry, 2002). O desmame e a passagem para o alojamento em grupo são uma fase crítica para surtos de doença respiratória, sendo importante triar animais doentes antes de os desmamar. Mover ao mesmo tempo mais de 10 bezerros de um grupo parece contribuir para o desencadear de doença respiratória. (Peek & Divers, 2018).

Quanto às condições de alojamento, consideram-se como fatores de risco para a doença respiratória os seguintes aspetos: contacto ou espaço aéreo partilhado com animais mais velhos; níveis de humidade relativa superiores a 75%; má qualidade do ar; sobrepopulação; tipo e densidade de cama e higiene deficiente das instalações. Quanto a sistemas ao ar livre, o viteleiro individual é a melhor opção para prevenção de doenças respiratórias. Estes devem localizar-se em lugares protegidos, a 1,22 m de distância uns dos outros e ser completamente higienizados entre utilizações. Em viteleiros individuais no interior, 2,2 a 3 m² é o tamanho ideal. Divisórias sólidas e uma frente e traseira abertas, com uma quantidade de material de cama que permita que o bezerro se aninhe adequadamente durante períodos de frio (*nesting score*) são as principais recomendações. Embora a cama de palha tenha sido associada a contagens mais altas de bactérias do que a cama à base de serrim ou aparas de madeira, os benefícios do controlo térmico parecem ser mais importantes (Lago et al., 2015). Em animais em grupo, os grupos devem ser de 10 ou menos indivíduos e a diferença de idades deve ser inferior a 7 a 10 dias para permitir um melhor crescimento e redução da incidência de doenças respiratórias (Peek & Divers, 2018). Cada animal deve ter um espaço de 2,3 a 2,8 m². Neste caso, a ventilação é ainda mais importante porque a carga bacteriana no ar está concentrada (Gorden & Plummer, 2010). Assim, pode ser necessário instalar um sistema de ventilação positiva, (Svensson

& Liberg, 2006) que consiste num ventilador que direciona internamente pequenas quantidades de ar limpo através de um tubo de distribuição, ao passo que o ar “velho” deixa passivamente o recinto através de um zona aberta (Peek & Divers, 2018). Apesar disso, sabe-se que o mais comum é a ventilação natural e, nestas situações, o cheiro a amónia, as paredes e o teto com condensação e existência de teias de aranha são indicadores que nos devem fazer questionar a qualidade da ventilação (Peek & Divers, 2018). No caso dos bezerros, que produzem relativamente pouco calor em comparação com vacas adultas, há uma limitação do potencial de ventilação da exploração por flutuabilidade térmica e, assim, uma tendência para a criação de microambientes com pior qualidade do ar. Para avaliar o ambiente, o mais indicado é quantificar a qualidade do ar através da contagem de bactérias (Lago et al., 2015). A contagem bacteriana deve ser inferior a 30.000 UFC/m³ em placas de ágar sangue e valores superiores a 100.000 UFC/m³ têm estado associado a doenças respiratórias. Há que ter em conta que o principal fator que afeta a qualidade do ar é a densidade de animais (Peek & Divers, 2018). Apesar de a maioria das bactérias transportadas pelo ar não serem patogénicas, podem sobrecarregar as defesas do trato respiratório, tornando-o mais suscetível a infeções (Gorden & Plummer, 2010). Quando há défices de ventilação, as bactérias e os vírus ficam incorporados nas partículas de humidade, tornando mais difícil a sua saída do recinto.

Em termos de biossegurança, é importante mencionar que as práticas devem ser realizadas sempre dos bezerros mais novos para os mais velhos (Callan & Garry, 2002). Para além disso, quarentena de 14 a 21 dias para animais novos e doentes é fundamental para evitar a disseminação de agentes infecciosos (Gorden & Plummer, 2010).

Em animais de carne, o pré-condicionamento é uma das estratégias com maior sucesso na prevenção do CRB. Consiste num período de tempo, normalmente de 45 dias, em que o produtor trabalha no sentido de melhorar o estado de saúde dos bezerros desmamados antes da sua venda para lotes de engorda. Durante este período, os animais devem ser castrados e descornados, sendo conveniente a introdução de uma alimentação mais semelhante à do lote de engorda e a iniciação dos programas de vacinação pelo menos 10 dias antes do final deste período (Wilson et al., 2017).

Por fim, relativamente aos programas vacinais, é de referir que a imunidade passiva passada da vaca para o bezerro limita a capacidade do último desenvolver imunidade humoral a antigénios vacinais parenterais, tornando este processo um desafio. A interferência da imunidade maternal depende da idade do vitelo, do nível de anticorpos maternos, do tipo de vacina e do agente para o qual protege, e da via de administração. Por outro lado, a vacinação das vacas gestantes pode aumentar as concentrações de anticorpos específicos para determinados agentes, podendo ser uma estratégia eficaz,

sobretudo em efetivos onde o CRB ocorre em animais muito jovens, antes dos 30 dias de idade. (Timsit & Amelia, 2022).

Os anticorpos maternos podem estar presentes na circulação do vitelo por variados períodos de tempo. Assim, quando o nível de anticorpos maternos já não é suficientemente alto para proteger o vitelo, mas também não é suficientemente baixo para permitir que se desenvolva uma resposta humoral face à vacinação, cria-se uma “janela de suscetibilidade”, fase em que o animal se pode infetar. Avaliar a eficácia da vacinação através da seroconversão pode não ser apropriado em animais jovens já que a vacinação parenteral, com anticorpos (Ac) maternos em circulação, mesmo que não induza seroconversão (aumento do título de Ac em 4 vezes), pode induzir a produção de Ac específicos em resposta aos antigénios vacinais, o que se traduz em tempos de semivida prolongados mas não em seroconversão. Para além disso, e nestas situações, mesmo que as vacinas parenterais não gerem uma resposta humoral imediata, podem gerar imunidade mediada por células e, graças à memória imunológica, respostas anamnésicas em situação de revacinação. Uma estratégia interessante passa por vacinar, por via parenteral e na primeira semana, apenas o grupo de animais da exploração que, devido a FTIP, é seronegativo para os agentes em questão (Windeyer & Gamsjäger, 2019).

As vacinas intranasais (IN) são o principal complemento das vacinas parenterais. A nasofaringe contém grandes agregados de tecido linfóide, o que a torna o local perfeito para o desenvolvimento de uma resposta vacinal por parte da mucosa (Timsit & Amelia, 2022). Estas vacinas apresentam, como principal vantagem, a estimulação do sistema imunitário com pouca interferência de anticorpos maternos graças à baixa penetração dos anticorpos nas mucosas. Além disso, promovem uma redução da excreção viral e o *priming* imunológico pode ocorrer, independentemente do *status* serológico do animal no momento da vacinação. Contudo, a proteção clínica, para além de variável, parece estar associada a uma resposta imune de curta duração e incompleta (Windeyer & Gamsjäger, 2019). Desta forma, a vacinação IN deve ser seguida por uma revacinação por via parenteral para que a proteção seja de longa duração (Ellis et al., 2013).

Numa revisão sistemática, Chamorro & Palomares (2020) avaliaram a qualidade da evidência dos estudos sobre vacinação e concluíram que a vacinação de bezerros de carne, ao desmame, com vacinas multivalentes (MLV), por via parenteral associadas ou não a bacterinas *M. haemolytica/P. multocida* reduzia tanto a mortalidade como a morbilidade por CRB. Esta revisão mostrou ainda que havia fortes indícios de que a vacinação de bezerros leiteiros com vacinas parenterais ou IN MLV era eficaz na proteção clínica para CRB. Em bezerros de carne pré-desmamados, é incerto se a vacinação reduz o impacto negativo da doença. Convém relembrar que vacinas vivas modificadas (MLV)

induzem uma imunidade tanto humoral como mediada por células, de longa duração, requerendo menos doses e que, por outro lado, as vacinas mortas induzem respostas humorais, e requerem 2 doses intervaladas por 21 dias.

Quanto ao controlo da doença respiratória que se tenha tornado endémica ou perante um surto, deve ter-se em mente quatro práticas fundamentais: diagnosticar definitivamente os agentes e a sua origem; aplicar uma terapia específica; corrigir fatores que perpetuem a doença e prevenir que mais animais se infetem. O Médico Veterinário (MV) deve estar presente e atualizar-se, avaliando registos e instalações e certificando-se que os exames de triagem e protocolos definidos são os mais adequados (Peek & Divers, 2018). Também no controlo da doença, a ecografia torácica tem um papel cada vez mais importante, sendo que a regularidade das visitas à exploração permite entender a epidemiologia da doença e, assim, controlá-la de forma mais adequada. Por exemplo, a deteção de muitos animais com consolidação em vários lobos, é um sinal de deteção tardia. Em conjunto com os sistemas de pontuação clínicos, a ecografia permite identificar animais em risco e distribuí-los nos diferentes subtipos de CRB, percebendo qual o intervalo de idades onde o risco é mais elevado (Ollivett & Buczinski, 2016).

3. TRABALHO EXPERIMENTAL

3.1. Objetivos

O estudo experimental decorreu na ilha Terceira, nos Açores, e contemplou os seguintes objetivos:

- Estimar a prevalência de animais com lesões indicativas de broncopneumonia através da ecografia torácica do lobo pulmonar médio;
- Estimar a prevalência de animais doentes através do *Calf Health Score*;
- Avaliar a existência de correlação entre os sistemas clínico e ecográfico;
- Relacionar o sistema de pontuação ecográfico com os diferentes fatores de manejo da exploração e com as características do animal.

3.2. Materiais e Métodos

3.2.1. Desenho experimental

Os dados foram recolhidos durante o mês de maio de 2022 tendo-se para isso recorrido a várias explorações, onde era explicado ao produtor o propósito do trabalho de campo. Os produtores mostraram-se disponíveis para responder às questões necessárias, quer pessoalmente, quer por via telefónica. O relatório usado para registo dos dados estava dividido em duas secções, uma relativa ao manejo dos bezerros na exploração e outra,

relativa a cada animal, onde se procedia à sua caracterização e classificação segundo um sistema de pontuação clínico e ecográfico. Este relatório encontra-se na Figura 12, no Anexo D. As visitas às explorações eram sempre acompanhadas por um MV. É de referir que, para uma maior precisão da técnica ecográfica, e, por conseguinte, maior fiabilidade dos dados do estudo, foi realizado um curso de Ecografia Bovina, com o Dr. Giovanni Gnemmi, nos dias 21 e 22 de abril de 2022, em Lugo, Galiza. Foi nesta formação que surgiu a ideia de avaliar ecograficamente o pulmão apenas no lobo médio, sendo uma técnica mais simples do que avaliar os lobos craniais, de acesso mais difícil.

3.2.2. Colheita das amostras e recolha de dados

Um total de 14 explorações foram incluídas no estudo, às quais foi atribuída uma letra de A a N com o objetivo de manter a confidencialidade das mesmas. O critério de seleção das explorações teve por base vários fatores, entre os quais o número de bezerras disponíveis na faixa etária desejada e os diferentes tipos de manejo, sendo que se fez um esforço por incluir essa variedade. Nos animais vacinados, foi utilizada uma vacina que continha vírus inativado de BHV-1, PIV3 e BVDV e vírus vivo de BRSV. O esquema vacinal consistia numa primeira dose intramuscular dada entre os 15 e os 30 dias de vida, seguida de revacinação em 21 a 28 dias depois.

Na exploração, os animais eram selecionados de forma aleatória, desde que se encontrassem na faixa etária dos 0 aos 4 meses e fossem passíveis de contenção. Cada animal era contido ou, se alojados em viteiros individuais, o operador entrava no viteiro, colocando-se do lado do animal. Em primeiro lugar, era recolhido o seu número de identificação oficial, raça, sexo, idade e peso. Este último parâmetro era medido com recurso a uma fita de medição do perímetro torácico. De seguida, o animal era classificado segundo o *Calf Health Scoring (Score SC)* desenvolvido pela Universidade de Wisconsin (McGuirk, 2008), sistema que varia entre 0 a 12 pontos. Para uma classificação mais precisa, recorria-se ao esquema ilustrativo presente na Figura 13, Anexo D. A temperatura retal era medida com recurso a um termómetro digital que se inseria no reto. A seleção deste sistema de pontuação baseou-se na sua maior especificidade e, por conseguinte, menos falsos positivos, relativamente ao sistema da Universidade da Califórnia, como mostraram Love et al. (2016). Para além disso, era o sistema utilizado na maioria dos estudos feitos na área, até à altura em que este estudo se realizou, pelo que os seus pontos fracos e fortes eram bem conhecidos e passíveis de ter em conta. Quanto à ecografia torácica, esta foi realizada com recurso ao ecógrafo Easi-Scan Go Curve® (IMV Imaging UK Ltd, Reino Unido), configurado numa profundidade de 12 cm, tendo-se utilizado uma sonda linear de 8 MHz. O procedimento era realizado do lado direito do animal, no 5º EI, onde se pulverizava o pelo com álcool isopropílico a 90%. A articulação escapulo-umeral

localiza-se ao nível do 5º EI, podendo este ser uma boa referência. O posicionamento do operador face ao animal pode ser observado na Figura 14, Anexo D. A sonda era movida no sentido dorso-ventral, paralelamente às costelas e, antes da avaliação das lesões, era confirmado que a sonda se encontrava no EI correto através da visualização da junção costo-condral e do desvio pleural. A técnica utilizada seguia as indicações de vários artigos, entre os quais Ollivett & Buczinski (2016). Durante o procedimento, através da ligação Wi-Fi, o MV era capaz de visualizar a imagem e essa funcionalidade permitiu captar as imagens que se encontram no anexo C. Um sistema de pontuação de 0 a 3 (*Score ECO*) era utilizado, tendo sido analisada a presença de “caudas de cometa” e de lesões de consolidação e feita a diferenciação entre lobular ou lobar. Irregularidades pleurais, presença de abscessos, atelectasia ou derrame pleural eram também avaliadas. O sistema utilizado foi uma adaptação do sistema proposto por Ollivett e Buczinski (2016), sendo que apenas um lobo, o lobo médio, localizado no 5º EI, era examinado. Este sistema foi considerado mais prático e aplicável no campo, razão pela qual foi utilizado.

3.2.3. Análise estatística

A análise estatística descritiva foi efetuada através da determinação das frequências para os dados demográficos dos animais como sexo, idade, raça, e da determinação de média e respetivo desvio padrão para o peso e quantidade de leite fornecida por dia (variáveis independentes). Foram criadas 4 categorias etárias: 0 (0 m); 1 (1-2 m); 3 (2-3 m) e 4 (3-4 m). Além destas, também se realizou determinação das frequências de outras variáveis independentes do estudo como vacinação, tipo de alojamento, *nesting score*, alimentação extra e fornecimento de água aos animais. Os sistemas de pontuação ECO e SC foram posteriormente convertidos em variáveis nominais, “doentes” e “não doentes”. No caso do *Score ECO*, definiram-se como “não doentes” todos os vitelos com pontuação entre 0 e 2 pontos, e como “doentes” todos os vitelos com pontuação de 3 pontos. Esta classificação foi feita com base no estudo de Ollivett & Buczinski (2016). Para o *Score SC*, definiram-se como “não doentes” todos os vitelos com pontuação entre 0 e 4 (inclusive) e como “doentes” todos os vitelos com pontuação entre 5 e 12 pontos, *cut-off* definido segundo o estudo de Ollivett et al. (2015). Procedeu-se também à determinação da percentagem de animais doentes segundo as duas pontuações, tendo em atenção a conversão anteriormente mencionada. Posteriormente, procedeu-se à análise inferencial através da determinação das associações entre os sistemas de pontuação SC e ECO e as variáveis independentes anteriormente identificadas, com a utilização de: teste Chi-Quadrado (e determinação dos respetivos coeficientes de associação Phi - para duas categorias (tabelas 2x2) e Cramér's V – para mais de duas categorias (tabelas 2xn), para as variáveis categóricas (nominais e

ordinais)); teste T para amostras independentes (t) para os dois sistemas de pontuação tendo em atenção a variável independente numérica “peso” (por se tratar de uma variável numérica escalar com $n > 30$); teste Mann-Whitney para os dois sistemas de pontuação tendo em atenção a variável independente numérica “quantidade de leite consumido/dia” (como esta variável, embora numérica, apresenta apenas 5 valores diferentes, admitiu-se como sendo ordinal e foi efetuado o teste Kolmogorov-Smirnov com a correção de significância de Lilliefors para verificação da normalidade; como a distribuição não seguia a normalidade ($p < 0.001$), optou-se pela utilização do teste não paramétrico). Posteriormente, recorreu-se à determinação do nível de concordância entre os métodos de determinação da doença - *Score* SC e *Score* ECO - através do teste Kappa de Cohen.

A análise estatística foi efetuada com o suporte do software SPSS for Mac (*version* 28.0.0.0) e foi considerado um nível de significância de 0,05 (α) concluindo-se, assim, que os valores obtidos eram estatisticamente significativos quando $p < 0,05$.

3.3. Resultados

A análise descritiva encontra-se apresentada na Tabela 4 e na Tabela 5, no Anexo E. O estudo incluía 158 animais de 14 explorações diferentes. Das 14 explorações, 9 referiram ter tido história de pneumonia. A maioria dos animais (58,2%) estava inserido no intervalo de idades entre os 2 e os 3 meses e pertencia à raça Holstein-Frisia (73,4%). Quanto ao alojamento, a maioria encontrava-se em alojamento individual (55,7%) e o tipo mais comum foi “viteleiro no interior” (46,8%) seguindo-se logo a “pastagem” (42,4%). Quanto à alimentação, 96,3% do total de bezerros tinham 2 ou todos os seguintes alimentos à sua disposição: palha, concentrado/ração e pasto. De entre todos, 74,7% tinham água à disposição. A maioria dos animais não era vacinado (75,9%). A prevalência de animais doentes segundo o *Score* SC era 27,8% e segundo o *Score* ECO era 19%. A média do peso era 78,19 kg e a média da quantidade de leite fornecida por dia era 5,358 litros.

O teste Kappa de Cohen foi determinado no sentido de verificar a concordância entre os dois sistemas de pontuação, SC e ECO. De acordo com o valor, $k = .300$ (I.C. a 95%, .0,137 a .467) e $p < .001$, conclui-se que a concordância era justa e estatisticamente significativa, de acordo com Altman (1999), adaptado de Landis & Koch (1977).

Quanto à análise inferencial, as variáveis: raça, alimento extra, alojamento individual ou em grupo, tipo de alojamento, disponibilidade de água e idade não apresentaram significância estatística que permitisse afirmar ou negar a sua associação com o *Score* ECO, pelo que não se apresentam os resultados. Quanto ao *nesting score* e à vacinação, a associação com o *Score* ECO era negligenciável e com o *Score* SC era

inversa e de força fraca. A associação da variável sexo com ambos os sistemas de pontuação era positiva e de força fraca (Ver Tabela 6, Anexo E). Na figura 17, Anexo E, é possível observar os rácios entre animais doente e não doentes (*Score* ECO) para cada uma das variáveis acima referidas. Relativamente à alimentação, há evidência estatística para afirmar que aos animais não doentes, quer pelo *Score* SC quer pelo *Score* ECO, era fornecida uma maior quantidade de leite por dia (Figura 16, Anexo E). Por último, obtiveram-se diferenças estatisticamente significativas entre o peso dos animais doentes e animais não doentes de acordo tanto com o método de diagnóstico clínico ($p=0,004$) como ecográfico ($p=0,020$). Pelo exposto, os animais doentes apresentavam um peso inferior relativamente aos não doentes.

3.4. Discussão

O estudo demonstrou a aplicabilidade da ecografia pulmonar do lobo médio na deteção de lesões secundárias à broncopneumonia, tendo também provado ser uma técnica rápida, aplicável no campo e através da qual as lesões foram perfeitamente visíveis e distinguíveis. Para a realização do estudo, não foi necessário adquirir novo equipamento, com exceção do álcool isopropílico, o que constituiu uma grande vantagem tendo em conta o acréscimo de informação que obtivemos. Assim, era uma técnica acessível à maior parte dos MV. Todos os procedimentos, desde ecografias a pontuação clínica, foram realizados pelo mesmo operador, o que conferiu mais fiabilidade aos resultados. Para além disso, foram incluídos tanto animais de aptidão leiteira como de carne, e vários maneios diferentes foram avaliados, permitindo a transversalidade das conclusões.

O estudo permitiu ainda mostrar que as lesões de broncopneumonia eram visíveis em animais muito jovens, antes do primeiro mês de idade, e que a sua observação continuava a ser possível até, pelo menos, aos 4 meses.

A prevalência de animais doentes classificados através do sistema de pontuação clínico (*Score* SC) foi superior à prevalência de animais classificados como doentes segundo a ecografia pulmonar (*Score* ECO), ou seja, animais com consolidação lobar. Essa diferença de prevalências pode ser explicada de diferentes maneiras. Em primeiro lugar, segundo Ollivett & Buczinski (2016), os lobos craniais, particularmente o aspeto cranial do lobo cranial direito, são os locais onde frequentemente se iniciam as lesões de infeção pulmonar e, no estudo em questão, não foram examinados, o que pode ter contribuído para uma redução da sensibilidade da técnica. Outro aspeto a ter em consideração e que pode ter resultado numa perda de sensibilidade, é que, ecograficamente, apenas os animais com consolidação lobar eram considerados doentes, apesar de haver outras lesões, como alveogramas, irregularidades da pleura e linhas B,

achados que podem indicar infecção. Para além disso, nem todas as lesões de consolidação são resultado de infecção pulmonar. Também ocorrem em casos de atelectasia e apesar de ser possível diferenciar e de não terem sido detetados derrames pleurais, o que exclui atelectasia por compressão, ainda se mantinha a possibilidade da existência de atelectasia obstrutiva, já que nem em todos os animais houve disponibilidade para fazer a distinção. Contudo, sendo que a broncopneumonia é a causa principal de lesões pulmonares, considera-se que mesmo que exista uma percentagem de animais com consolidação por atelectasia obstrutiva, esta será pequena e insignificante. Por outro lado, a falta de especificidade dos sinais clínicos que constituem o sistema de pontuação utilizado pode ter resultado numa classificação de animais como doentes respiratórios, quando na verdade não o eram. Apesar de Buczinski et al. (2015) terem determinado uma sensibilidade de 62,4% e especificidade de 74,1% para o sistema de WI, ou seja, sensibilidade moderada e especificidade alta, Lowie et al. (2022) mostraram um baixo desempenho dos sistemas de pontuação clínicos e concluíram ainda que a tosse era o único sinal clínico associado à consolidação pulmonar em todos os tipos de produção, tendo superado qualquer combinação de sinais clínicos. Um dado que apoia esta segunda possibilidade é que Buczinski et al. (2015), quando determinaram a precisão da ecografia e do sistema de pontuação clínico de WI, não avaliaram ecograficamente os primeiros EI e, mesmo com essa técnica semelhante à utilizada no estudo, a ecografia teve sensibilidade e especificidade maiores, 79,4% e 93,9 %, respetivamente.

A relação entre os dois sistemas de pontuação foi estatisticamente significativa, o que pode indicar uma natureza complementar e que o seu uso em simultâneo pode ser benéfico. O sistema clínico pode ser uma boa opção como ferramenta a ser usada na exploração, de forma regular, pelo produtor, já que se baseia numa abordagem simples.

No que toca à relação das várias variáveis com os dois sistemas de pontuação, no caso do *nesting score*, distintamente dos resultados de Lago et al. (2015), as prevalências de doença respiratória não tinham uma variação tão significativa para diferentes valores de *nesting score*. A diferença de proporções de animais doentes entre sexos pode justificar-se por 40% dos machos do estudo pertencerem a uma exploração de engorda com condições menos adequadas. Em relação à vacinação, seria expectável encontrar uma associação mais forte como o não desenvolvimento de doença. Contudo, apesar de uma parte dos animais ter completado o esquema vacinal, o início do programa entre os 15 e os 30 dias, pode ter sido precoce. A interferência dos anticorpos maternos, nomeadamente no caso do BRSV, graças ao tempo de decaimento prolongado e ao facto de títulos baixos poderem interferir com vacinas vivas modificadas dadas por via parenteral, pode explicar os valores encontrados (Chase & Parreño, 2022). No que toca ao fornecimento de leite,

assim como no estudo de Maier et al. (2019), quantidades superiores de leite fornecido estavam associadas a menos doença. O fornecimento de energia, proteínas e outros nutrientes do leite permite uma maior robustez do sistema imunitário.

Quanto às limitações do estudo, é de referir o erro associado à medição do peso com recurso à fita de perímetro torácico e a falta de precisão na data de nascimento dos animais, o que motivou à criação de intervalos de idades. Como os animais foram avaliados apenas uma vez e devido à ausência de um teste *gold standard*, como a necrópsia, não foi possível avaliar a diferença na precisão dos dois métodos de diagnóstico, nem relacionar com o estado e gravidade da doença ou impacto do tratamento.

3.5. Conclusão

A ecografia pulmonar no lobo médio, 5º EI, permitiu a visualização de várias lesões, indicativas de broncopneumonia, em animais desde os 0 aos 4 meses de idade. A prevalência de animais doentes, segundo o sistema ecográfico, foi de 19%, ao passo que a percentagem de animais doentes, segundo o sistema clínico de Wisconsin, foi de 27,8%. A concordância entre os dois sistemas foi estatisticamente significativa. As variáveis sexo, vacinação e *nesting score*, foram estatisticamente associadas ao *score* ecográfico, mas nenhuma apresentou um grau de associação superior a fraco, o que podia estar associado à natureza multifatorial da doença e motivar a realização de mais estudos, de forma a perceber de forma objetiva o impacto dos vários fatores de manejo.

A utilização em simultâneo dos dois métodos de diagnóstico pode ser benéfica já que o uso regular de um sistema clínico pelo produtor permite a sinalização de animais doentes e a avaliação médica por métodos mais precisos, como a ecografia, de forma mais precoce.

No futuro, aconselha-se a realização de avaliações mais aprofundadas para determinar quais os sinais clínicos que melhor se relacionam com a doença respiratória, para então se criar um sistema de pontuação mais preciso. É necessária a definição de forma objetiva de caso de CRB através da ecografia, identificando animais com lesões ativas que beneficiarão de tratamento. Sugere-se ainda a comparação entre as várias técnicas ecográficas, com o intuito de perceber se o exame do lobo médio é suficiente ou se a avaliação dos lobos craniais, mesmo que tornando a técnica mais exaustiva, é de facto necessária.

4. REFERÊNCIAS

- Adams, E. A., & Buczinski, S. (2016). Short communication: Ultrasonographic assessment of lung consolidation postweaning and survival to the first lactation in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 99(2), 1465–1470. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10260>
- Antigen, M. V. I., & Chamorro, M. F. (2020). *Bovine Respiratory Disease Vaccination Against Viral Pathogens Vaccines, Intranasal Versus Parenteral, What Is*. 36, 461–472. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2020.03.006>
- Babcock, A. H., Renter, D. G., White, B. J., Dubnicka, S. R., & Scott, H. M. (2010). Temporal distributions of respiratory disease events within cohorts of feedlot cattle and associations with cattle health and performance indices. *Preventive Veterinary Medicine*, 97(3–4), 198–219. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.09.003>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2009.07.001>
- Blond, L., & Buczinski, S. (2009). Basis of Ultrasound Imaging and the Main Artifacts in Bovine Medicine. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 25(3), 553–565. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2009.07.002>
- Bowie, W. C., & Ardans, A. A. (n.d.). *General Session*. 25–29.
- 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. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 28(1), 234–242. <https://doi.org/10.1111/jvim.12251>
- Buczinski, S., Ménard, J., & Timsit, E. (2016). Incremental Value (Bayesian Framework) of Thoracic Ultrasonography over Thoracic Auscultation for Diagnosis of Bronchopneumonia in Preweaned Dairy Calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 30(4), 1396–1401. <https://doi.org/10.1111/jvim.14361>
- Buczinski, Sébastien. (2020). Bovine Respiratory Disease Diagnosis What Progress Has Been Made in Clinical Bronchopneumonia Diagnosis Gold standard Accuracy. *Veterinary Clinics of NA: Food Animal Practice*, 36(2), 399–423. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2020.03.004>
- Buczinski, Sébastien, 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. *Preventive Veterinary Medicine*, 119(3–4), 227–231. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.02.018>
- Callan, R. J., & Garry, F. B. (2002). Biosecurity and bovine respiratory disease. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 18(1), 57–77. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(02\)00004-X](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(02)00004-X)
- Chamorro, M. F., & Palomares, R. A. (2020). Bovine Respiratory Disease Vaccination Against Viral Pathogens: Modified-Live Versus Inactivated Antigen Vaccines, Intranasal Versus Parenteral, What Is the Evidence? *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 36(2), 461–472. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2020.03.006>
- Chase, C. C. L., Hurley, D. J., & Reber, A. J. (2008). Neonatal Immune Development in the Calf and Its Impact on Vaccine Response. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 24(1), 87–104. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.11.001>
- Colored, B. (2004). *THORACIC ULTRASONOGRAPHY TECHNIQUE IN NEWBORN CALVES*. 331–335. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2004.04063.x>
- Cooper, V. L., & Brodersen, B. W. (2010). Respiratory disease diagnostics of cattle. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 26(2), 409–416. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.04.009>
- Cramer, M. C., & Ollivett, T. L. (2019). Growth of preweaned, group-housed dairy calves diagnosed with respiratory disease using clinical respiratory scoring and thoracic ultrasound—A cohort study. *Journal of Dairy Science*, 102(5), 4322–4331. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15420>
- Douglas L. Step and Anthony W. Confer. *Mannheimia haemolytica* and *Pasteurella multocida*- Induced Bovine Pneumonia. In Teri Merchant (Ed.), *Current Veterinary Therapy: Food Animal Practice, Fifth Volume* (pp. 164-170). Missouri: Saunders.
- Dunn, T. R., Ollivett, T. L., Renaud, D. L., Leslie, K. E., LeBlanc, S. J., Duffield, T. F., & Kelton, D. F. (2018). The effect of lung consolidation, as determined by ultrasonography, on first-lactation milk production in Holstein dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 101(6), 5404–5410. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13870>
- Edouard Timsit & Amelia Woolums, 2022. A “critical” life-support” system, Maintaining Respiratory Health. *Bovine Immunity* (pp. 154-169).Spain: Asis.

- Ellis, J. A., Gow, S. P., Mahan, S., & Leyh, R. (2013). With Bovine Respiratory Syncytial Virus of Young Passively Immune Calves. *J Am Vet Med Assoc*, 243(11), 1602–1608.
- Gorden, P. J., & Plummer, P. (2010). Control, management, and prevention of bovine respiratory disease in dairy calves and cows. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 26(2), 243–259. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.03.004>
- Griffin, D., Chengappa, M. M., Kuszak, J., & McVey, D. S. (2010). Bacterial pathogens of the bovine respiratory disease complex. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 26(2), 381–394. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.04.004>
- Holstein, K. K., Amrine, D. E., & D, P. (2014). of Not Finishing the Production Cycle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 245(11), 1279–1285.
- Hurst, T. S., Neves, R. C., & Boerman, J. P. (2022). Early life indicators of first lactation milk yield and the effect of treatment for bovine respiratory disease on survivability and risk of pregnancy in Holstein dairy cattle. *Veterinary Journal*, 282(February 2021), 105826. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2022.105826>
- Lago, A., McGuirk, S. M., Bennett, T. B., Cook, N. B., & Nordlund, K. V. (2006). Calf respiratory disease and pen microenvironments in naturally ventilated calf barns in winter. *Journal of Dairy Science*, 89(10), 4014–4025. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72445-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72445-6)
- Li, J., Zhu, Y., Shoemake, B., Liu, B., Adkins, P., & Wallace, L. (2022). A systematic review of the utility of biomarkers as aids in the early diagnosis and outcome prediction of bovine respiratory disease complex in feedlot cattle. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. <https://doi.org/10.1177/10406387221081232>
- Liggitt, H. D. (1985). Defense mechanisms in the bovine lung. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 1(2), 347–366. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)31330-X](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)31330-X)
- Love, W. J., Lehenbauer, T. W., Kass, P. H., Van Eenennaam, A. L., & Aly, S. S. (2014). Development of a novel clinical scoring system for on-farm diagnosis of bovine respiratory disease in pre-weaned dairy calves. *PeerJ*, 2014(1), 1–25. <https://doi.org/10.7717/peerj.238>
- Love, W. J., Lehenbauer, T. W., Van Eenennaam, A. L., Drake, C. M., Kass, P. H., Farver, T. B., & Aly, S. S. (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. <https://doi.org/10.1177/1040638715626204>
- Lowie, T., Van Leenen, K., Jourquin, S., Pas, M. L., 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. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21570>
- Maier, G. U., Rowe, J. D., Lehenbauer, T. W., Karle, B. M., Williams, D. R., Champagne, J. D., & Aly, S. S. (2019). Development of a clinical scoring system for bovine respiratory disease in weaned dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 102(8), 7329–7344. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15474>
- Maier, G. U., Love, W. J., Karle, B. M., Dubrovsky, S. A., Williams, D. R., Champagne, J. D., Anderson, R. J., Rowe, J. D., Lehenbauer, T. W., Van Eenennaam, A. L., & Aly, S. S. (2019). Management factors associated with bovine respiratory disease in preweaned calves on California dairies: The BRD 100 study. *Journal of Dairy Science*, 102(8), 7288–7305. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14773>
- 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). *Canadian Veterinary Journal*, 49(3), 261–267.
- McGill, J. L., & Sacco, R. E. (2020). The Immunology of Bovine Respiratory Disease: Recent Advancements. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 36(2), 333–348. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2020.03.002>
- McGuirk, S. M. (2008). Disease Management of Dairy Calves and Heifers. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 24(1), 139–153. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.003>
- Ollivett, T., Hewson, J., Schubotz, R., & Caswell, J. L. (2013). Ultrasonographic progression of lung consolidation after experimental infection with Mannheimia haemolytica in Holstein calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 27(3), 673.
- Ollivett, T. L., Caswell, J. L., Nydam, D. V., Duffield, T., Leslie, K. E., Hewson, J., & Kelton, D. (2015). Thoracic Ultrasonography and Bronchoalveolar Lavage Fluid Analysis in Holstein Calves with Subclinical Lung Lesions. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 29(6), 1728–1734. <https://doi.org/10.1111/jvim.13605>
- Ollivett, Theresa L., & Buczinski, S. (2016). On-Farm Use of Ultrasonography for Bovine Respiratory Disease. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 32(1), 19–35. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2015.09.001>
- Panciera, R. J., & Confer, A. W. (2010). Pathogenesis and pathology of bovine pneumonia. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 26(2), 191–214. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.04.001>

Pardon, B., & Buczinski, S. (2020). Bovine Respiratory Disease Diagnosis: What Progress Has Been Made in Infectious Diagnosis? *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 36(2), 425–444. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2020.03.005>

Peek, S. F., & Divers, T. J. (2018). *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle (Third)*. Missouri:Elsevier.

Rabeling, B., Rehage, J., Döpfer, D., & Scholz, H. (1998). Ultrasonographic findings in calves with respiratory disease. *Veterinary Record*, 143(17), 468–471. <https://doi.org/10.1136/vr.143.17.468>

Rademacher, R. D., Buczinski, S., Tripp, H. M., Edmonds, M. D., & Johnson, E. G. (2014). Systematic thoracic ultrasonography in acute bovine respiratory disease of feedlot steers: impact of lung consolidation on diagnosis and prognosis in a case-control study. *Bovine Practitioner*, 48(1), 1–10.

Stanton, A. L., Kelton, D. F., LeBlanc, S. J., Wormuth, J., & Leslie, K. E. (2012). The effect of respiratory disease and a preventative antibiotic treatment on growth, survival, age at first calving, and milk production of dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 95(9), 4950–4960. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5067>

Svensson, C., & Liberg, P. (2006). The effect of group size on health and growth rate of Swedish dairy calves housed in pens with automatic milk-feeders. *Preventive Veterinary Medicine*, 73(1), 43–53. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2005.08.021>

Teixeira, A. G. V., McArt, J. A. A., & Bicalho, R. C. (2017). Thoracic ultrasound assessment of lung consolidation at weaning in Holstein dairy heifers: Reproductive performance and survival. *Journal of Dairy Science*, 100(4), 2985–2991. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12016>

Thompson, P. N., Stone, A., & Schultheiss, W. A. (2000). *Use of treatment records and lung lesion scoring to estimate the effect of respiratory disease on growth during early and late finishing periods in South African feedlot cattle 1*. 1999, 488–498.

Veit, H. P., & Farrell, R. L. (1978). The anatomy and physiology of the bovine respiratory system relating to pulmonary disease. *The Cornell veterinarian*, 68(4), 555–581.

Virtala, A. K., Mechor, G. D., & Grohn, Y. T. (n.d.). *The Effect of Calfhood Diseases on Growth of Female Dairy Calves During the First 3 Months of Life in New York State*. 1040–1049. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76457-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76457-3)

White, B. J., Goehl, D. R., Amrine, D. E., Booker, C., Wildman, B., & Perrett, T. (2016). Bayesian evaluation of clinical diagnostic test characteristics of visual observations and remote monitoring to diagnose bovine respiratory disease in beef calves. *Preventive Veterinary Medicine*, 126, 74–80. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.01.027>

Wilson, B. K., Richards, C. J., Step, D. L., & Krehbiel, C. R. (2017). Best management practices for newly weaned calves for improved health and well-being. *Journal of Animal Science*, 95(5), 2170. <https://doi.org/10.2527/jas2016.1006>

Windeyer, M. C., & Gamsjäger, L. (2019). Vaccinating Calves in the Face of Maternal Antibodies: Challenges and Opportunities. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 35(3), 557–573. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.004>

Windeyer, M. C., Leslie, K. E., Godden, S. M., Hodgins, D. C., Lissemore, K. D., & LeBlanc, S. J. (2014). Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. *Preventive Veterinary Medicine*, 113(2), 231–240. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.10.019>

Zeineldin, M. M., Ghanem, M. M., Abd El-Raof, Y. M., & El-Attar, H. A. (2016). Lung Ultrasonography and Computer-Aided Scoring System as a Diagnostic Aid for Bovine Respiratory Disease in Feedlot Cattle. *Global Veterinaria*, 17(6), 588–594. <https://doi.org/10.5829/idosi.gv.2016.588.594>

TABELA 2

¹ David E. Anderson & D. Michael Rings, (2009). *Current Veterinary Therapy: Food Animal Practice*. Fifth volume. Missouri: Saunders.

² Peek, S. F., & Divers, T. J. (2018). *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle (Third)*. Missouri:Elsevier

³ Cusack, P. M. V., McMeniman, N., & Lean, I. J. (2003). The medicine and epidemiology of bovine respiratory disease in feedlots. *Australian Veterinary Journal*, 81(8), 480–487. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2003.tb13367.x>

⁴ Kapil, S., & Basaraba, R. J. (1997). Infectious bovine rhinotracheitis, parainfluenza-3, and respiratory coronavirus. *The Veterinary Clinics of North America*. *Food Animal Practice*, 13(3), 455–469. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30308-X](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30308-X)

⁵ Ellis, J. A. (2010). Bovine Parainfluenza-3 Virus. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice**, 26(3), 575–593. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.08.002>

⁶ Fulton, R. W., Ridpath, J. F., Saliki, J. T., Briggs, R. E., Confer, A. W., Burge, L. J., Purdy, C. W., Loan, R. W., Duff, G. C., & Payton, M. E. (2002). Bovine viral diarrhoea virus (BVDV) 1b: Predominant BVDV subtype in calves with respiratory disease. **Canadian Journal of Veterinary Research**, 66(3), 181–190.

⁷ Ridpath, J. (2010). The contribution of infections with bovine viral diarrhoea viruses to bovine respiratory disease. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice**, 26(2), 335–348. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.04.003>

⁸ Saif, L. J. (2010). Bovine respiratory coronavirus. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice**, 26(2), 349–364. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.04.005>

⁹ Jones, C., & Chowdhury, S. (2010). Bovine herpesvirus type 1 (BHV-1) is an important cofactor in the bovine respiratory disease complex. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice**, 26(2), 303–321. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.04.007>

¹⁰ Krešić, N., Bedeković, T., Lojkić, I., Šimić, I., & Turk, N. (2019). Bovine respiratory syncytial virus infection. **Veterinarska Stanica**, 50(1), 75–80.

TABELA 3

¹ Griffin, D., Chengappa, M. M., Kuszak, J., & McVey, D. S. (2010). Bacterial pathogens of the bovine respiratory disease complex. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice**, 26(2), 381–394. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.04.004>

² Panciera, R. J., & Confer, A. W. (2010). Pathogenesis and pathology of bovine pneumonia. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice**, 26(2), 191–214. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.04.000>

ANEXO A. Casuística referente à componente prática do estágio curricular com fotografias ilustrativas

Tabela 1. Enumeração das patologias e procedimentos realizados no estágio.

BOVINOS			
Reprodutivo	Parto distócico	13	
	Exame Reprodutivo: Palpação manual	125	
	Exame Reprodutivo: Com recurso à ecografia	62	
	Metríte puerperal	3	
	Retenção placentária	2	
	Balanopostite	1	
	Feto enfisematoso sem correção	1	
	Vaca em anestro	5	
	Colocação de implante intravaginal de P4	6	
	Cirurgia	DAE (Omentopexia)	4
		DAD (Piloromentopexia)	1
		Cesariana	3
Excisão de carcinoma de células escamosas		3	
Excisão de melanoma		1	
Castração		5	
Enucleação		3	
Correção de eventração		1	
Laparotomia exploratória		1	
Herniorrafia		1	
Amputação do membro posterior		1	
Descorna		24	
Drenagem de abscesso		3	
Digestivo		Suspeita de paratuberculose	2
	Diarreia neonatal	23	
	Suspeita de úlcera de abomaso	1	
	Timpanismo gasoso	2	
	Timpanismo espumoso	2	
	Suspeita de jejunité hemorrágica	1	
	<i>Ruminal Drinker</i>	1	
	Indigestão	3	
	Diarreia em bovino adulto	2	
	Atresia intestinal	1	
Respiratório	Pneumonia em bezerro	21	
	Pneumonia em bovino adulto	25	
	Suspeita de IBR	2	
Urínario	Suspeita de Hematúria enzootica	1	
Neurológico	Suspeita de tétano	1	
	Lesão do nervo obturador	2	

Locomotor	Fratura de membro	1	
	Luxação coxofemoral	2	
	Aparagem corretiva	3	
	Lesão da linha branca	13	
	Úlcera da sola	8	
	Úlcera da pinça	5	
	Fissura vertical	7	
	Abcessos do talão	6	
	Fissura axial	3	
	Corte traumático	1	
	Lesão muscular	1	
	Dermatite interdigital	1	
	Artrite purulenta	2	
	Alterações metabólicas	Hipocalcemia	15
		Cetose	3
Fotossensibilidade		3	
Glândula mamária	Mamite	13	
	Edema peri parto	1	
Profilaxia médica e sanitária	Desparasitação com Ivermectina	13	
Outros	Eutanásia	8	
	Colocação de argola nasal	3	
	Perfuração abdominal por trauma	1	
	Necropsia	1	
	Colocação de anel de borracha em papiloma	1	
	Ecografia pulmonar	159	
	Colheitas de amostras	Tronco cerebral	12
		Fezes para diagnóstico de agente de diarreia	2
Esfregaço nasal para diagnóstico de agentes de CRB		5	

SUÍNOS	
Castração	2
Profilaxia médica e sanitária	2

PEQUENOS RUMINANTES	
Parto distócico	1
Suspeita de Listeriose	1
Infeção respiratória	4
Mamite	1



Figura 1. Realização de swab nasal para diagnóstico de agentes do CRB.



Figura 2. Vulva edemaciada e mucosa icterica devido a fotossensibilidade (fotografia captada pelo autor).



Figura 3. Abscesso no talão (fotografia capturada pelo autor).



Figura 4. Vitelo com eventração antes da correção cirúrgica (fotografia capturada pelo autor).



Figura 5. Enucleação (fotografia capturada pelo autor).



Figura 6. Cirurgia de remoção de melanoma (fotografia capturada pelo autor).

ANEXO B. Agentes do Complexo Respiratório Bovino.

Tabela 2. Agentes virais e seu papel no Complexo Respiratório Bovino.

Nome do Vírus	Gênero e Família	Características	Tempo de Incubação	Meios de transmissão	Mecanismo de ação	Papel no CRB	Doença extrapulmonar	Lesões: tipo, características e localização	Sinais clínicos característicos
BRSV (<i>bovine respiratory syncytial virus</i>) [1,2,10]	<i>Pneumovirus</i> , <i>Paramyxovirus</i>	Vírus RNA, possui envelope, distribuição mundial.	2 a 5 dias.	Contacto direto com secreções do trato respiratório de animais infectados ou através de aerossóis. Possibilidade de os bovinos serem reservatório para animais suscetíveis.	Danifica os mecanismos de defesa física do sistema respiratório, nomeadamente, transporte mucociliar (éplica-se em células do epitélio respiratório cilado e em pneumócitos tipo II).	Grande parte dos surtos, principalmente no inverno, em animais dos 2 aos 6 meses. Grande parte das doenças respiratórias epidémicas tanto em gado de carne como de leite. Surtos de alta mortalidade mas baixa mortalidade.	Rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR), infeções do trato genital; abortos; conjuntivite; septicémia neonatal.	Pneumonia broncointersticial com edema subpleural e intersticial. Zonas de consolidação e atelectasia, de cor vermelho-escuro. Lobos cranial, médio e acessório. Regiões caudodorsais podem distendidas por enfisema e edema interlobular e interlobar.	Enfisema subcutâneo do dorso. Aumento dos sons bronco-vesiculares, crepitação por enfisema, estertores ou silêncio pulmonar. Progressão bifásica da doença com melhoria seguida por desconforto respiratório agudo e morte.
<i>Herpesvirus</i> bovino tipo 1 (BHV-1) [1,2,3]	<i>Herpesviridae</i> e subfamília <i>alphaherpesviridae</i> , <i>Varicellovirus</i> .	Vírus DNA, possui envelope, distribuição mundial.	Da forma respiratória: 2 a 6 dias	Contacto direto com secreções nasais, oculares e genitais, sêmen e anexos fetais de animais infectados ou por inalação de aerossóis contaminados.	Replica-se nas células da mucosa, submucosa e tecido conjuntivo periférico aos aréais traqueais. Prejudica os mecanismos de defesa do pulmão, como macrófagos alveolares e transporte mucociliar.	Innuossupressão. Efeito sinérgico com <i>Mannheimia haemolytica</i> . Latência no gânglio trigêmeo permite que volte a excretar vírus. Surtos respiratórios com alta mortalidade mas baixa mortalidade.	Broncaqueíte conjuntivite; septicémia neonatal.	Broncopneumonia bacteriana secundária pode surgir 7 a 10 dias do início da infeção viral.	Hiperemia do focinho e das narinas, crosta necrótica no focinho (IBR). Estertores traqueais devido à presença de exsudados.
<i>Parainfluenza</i> 3 (PI3V) [1,2,3,4,5]	<i>Respirovirus</i> , <i>Paramyxoviridae</i> .	Vírus RNA, possui envelope; ubiquitário; distribuição mundial; endêmico tanto em vacas de leite como de carne.	24 a 36 horas.	Aerossóis ou por contacto direto.	Replica-se tanto no TRS como no TRI, em vários tipos de células, onde provoca necrose. Destruição da clearance mucociliar. Reduz a capacidade fagocítica dos macrófagos. Libertação de prostaglandinas. Innuossupressoras.	Infeções suaves ou subclínicas. Raramente origina surtos e raramente fatal. Afeta principalmente animais entre os 2 e os 8 meses. Papai como comprometedor dos mecanismos de defesa.		Bronquite, bronquiolite e alveolite. Corpos de inclusão eosinofílicos intracitoplasmáticos. Pneumonia bilateral e cranioventral, cor vermelho-púrpura e parênquima edematizado que depois sofre depressão. Exsudado mucopurulento nas vias aéreas. Edema interlobular.	Tosse é frequentemente o primeiro sinal clínico nos surtos. Estertores expiratórios à auscultação.
<i>Virus da diarreia viral bovina</i> (BVDV) [1,2,3,6,7]	<i>Pestrivirus</i> , <i>Flaviviridae</i> .	Vírus RNA, possui envelope; distribuição mundial. BVDV1, BVDV1a e BVDV1b) e BVDV2 CP ou NCP.	5 a 7 dias e a viremia mantém-se por 15 dias.	Aerossóis ou contacto direto. Sêmen infectado e excretam o vírus continuamente. Animais com infeção aguda também podem excretar.	Injeta a mucosa nasal, atinge os linfonodos regionais e dissipa-se pelo organismo através de células linfóides circulantes. Innuossupressão; depleção dos linfócitos circulantes e redução da função das células linfóides.	Mais infeções subclínicas. PI propensos a desenvolver doença respiratória subita fatal. Animais infectados in útero não PI mais propensos a doença respiratória. Potencializador de infeções secundárias; sinergismo com BHV-1, BRSV e <i>Mannheimia haemolytica</i> BVD1b é o mais comum.	Digestivo; reprodutor (abortos); talhas na implantação; bezerros com defeitos congénitos).	Pneumonia intersticial intralobular focal.	Sinais clínicos leves.
<i>Coronavirus bovino</i> (BCoV) [8]	<i>Betacoronavirus</i> , <i>Coronaviridae</i> .	Vírus de RNA, possui envelope; distribuição mundial.	3 a 7 dias.	Secreções nasais e fezes.	Replicação na mucosa nasal, ingestão de vírus no muco onde se protege, chegada ao intestino e desenvolvimento de infeção.	Pneumonias em bezerros entre 2 e 6 meses de idade. Infeções como agente único ou co-infeções. Animais subclínicos participam na disseminação do vírus.	Disenteria de inverno; diarreia neonatal; infeção respiratória.	pneumonia tobar necrosante exsudativa. Envolvimento de mais de metade do volume pulmonar total. Bronquite e bronquiolite.	Surtos de doença respiratória e diarreia em simultâneo.

Tabela 3. Agentes bacterianos e seu papel no Complexo Respiratório Bovino.

Nome da bactéria	Características	Fatores de virulência	Doença extrapulmonar	Papel no CRB	Tipo de Pneumonia	Lesões: localização e características	Sinais clínicos característicos
<i>Histophilus Somni</i> [1,2]	Gram negativo; não encapsulada; anaeróbia facultativa; comensal da nasofaringe.	Lipooligosacarídeos (LOS); proteínas de membrana externa, (iGBP)s; produção de histamina. Destruição dos tecidos com trombose, inflamação. Vasculite e danos no endotélio.	Abcessos faríngeos. Meningoencefalite tromboembólica. Poliartrite-polisserosite. Pericardite. Morte súbita.	Atéia mais animais de carne. Forma respiratória antecede os restantes quadros.	Broncopneumonia fibrinopurulenta.	Ventral, anterior e bilateral.	Estertores húmidos e secos à auscultação pulmonar. Estertores taqueais.
<i>Pasteurella Multocida</i> [1,2]	Gram negativo; anaeróbia facultativa; comensal das vias aéreas superiores.	Adesinas; cápsula polisacarídica; Lipopolissacarídeos (LPS).	Septicémia neonatal em neonatos (com meningite, uveíte, artrite, pericardite, miocardite séptica e secreção nasal e ocular mucopurulenta). Pneumonia supurativa crônica em adultos.	Doença aguda mais comum em bezeros desmamados. Surtos ou doença endêmica. Atéia até 50% dos animais do grupo. Isoladamente ou em co-infecção. Associada a mortes nos últimos anos.	Broncopneumonia supurativa ou lobular (a mais comum em bezeros leiteiros).	Ao corte, focos castanho-acinzentados de tamanho variável, indicativos de um padrão de inflamação bronquilar e peribronquilar e exsudado purulento intrabronquico.	Estertores húmidos e secos à auscultação do campo pulmonar ventral anterior, bilateralmente.
<i>Mannheimia haemolytica</i> [2]	Gram negativo; anaeróbia facultativa; 12 sorotipos mas A1 é o mais comum na pneumonia; comensal do TRS (nasofaringe e criptas tonsilares).	Adesinas proteicas; polisacarídeo capsular; LPS; proteínas de ligação ao ferro; leucotoxina (LKT). LPS causa vasculite e amplifica a ação da leucotoxina (poros nas membranas, necrose, apoptose e libertação de radicais de oxigênio).	Miocardite; Sinovite fibrinosa.	Principais causas de morte de origem respiratória em gado de leite. Alta isoladamente ou sinergicamente como outros agentes, nomeadamente BHV1.	Broncopneumonia fibrinosa (a mais comum em bovinos de carne desmamados).	Cranioventral e bilateral. Focos irregulares de necrose, cor de rosa, delimitados por uma linha pálida (aspecto marmorizado). Podem envolver lóbulos inteiros. Pleurite fibrinosa e aderências entre os dois folhetos da pleura. Septos interlobulares e brônquios distendidos com edema gelatinoso ou fibrina coagulada no interior.	Sons de fricção pleurítica. Silêncio pulmonar, quando pulmão dorsal cita edema intersticial ou enfisema. Auscultação de ruído de chocalho na traqueia.
<i>Mycoplasma Pneumonia</i> (<i>Mycoplasma dispar</i> , <i>M. bovis</i> , <i>Mycoplasma bovirhinis</i>) [1,2]	Gram positivo; aeróbia obrigatória; ausência de parede celular; pode habitar comensalmente o TRS de alguns bovinos; ubiquitária nas explorações.	Proteínas de superfície variável (MSPs); produção de peróxido de hidrogênio que provoca peroxidação lipídica no hospedeiro.	Artrite. Sinovite. Otitis média. Mamite em vacas adultas.	Pode originar surtos mas normalmente ocorre em combinação com outras bactérias e vírus (<i>Mannheimia haemolytica</i>). Pneumonia de baixo grau. Comprometimento da imunidade do organismo. Transmissão através do leite permite colonizar o sistema respiratório do bezerro.	Pneumonia caseonecrotica ou "cuffing pneumonia".	Bronquite, bronquiolite e lesões pulmonares. Aglomerados linfocitos peribronquicos evoluem para necrose crônica, multifocal e caseosa dentro dos lobos pulmonares craniais. Expansão dos lobos cranioventrais com consolidação firme, nodular e palpável e coloração vermelho-azulado.	Bezeros com pneumonia e otite é um quadro típico.

ANEXO C. Interpretação de imagens de ecografia pulmonar.

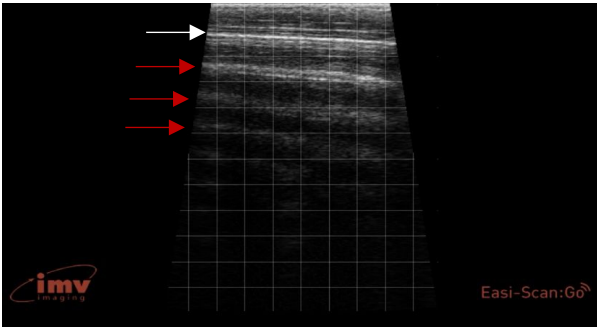


Figura 7. Pulmão saudável, ventilado. É visível a linha pleural hiperecótica (seta branca) e artefactos de reverberação (linhas A) que se vão atenuando com a profundidade (setas vermelhas).

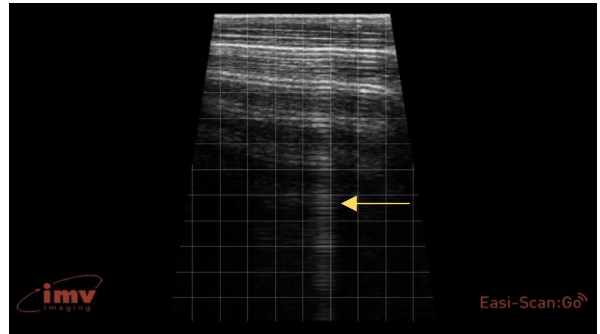


Figura 8. Pulmão saudável com artefactos de reverberação (linhas A) e uma "cauda de cometa" isolada, considerada artefacto (seta amarela).

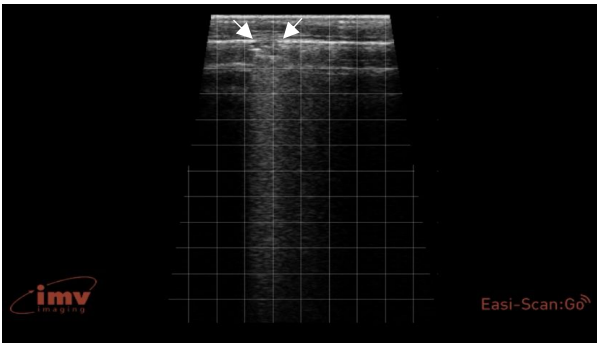


Figura 9. Típica lesão de consolidação lobular, dentro de um lobo pulmonar ventilado, já que a interface pleural e artefactos de reverberação são visíveis dorsal e ventralmente à lesão. É possível observar interrupção da pleura (setas brancas).

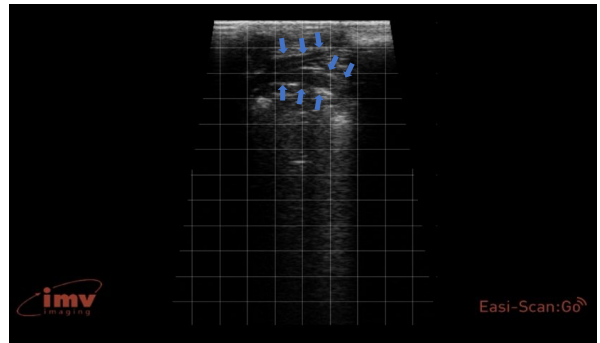


Figura 10. Imagem ecográfica do 5º EI direito, correspondente ao lobo médio, num bezerro. O parênquima pulmonar está hipocóico e é possível visualizar broncogramas fluidos ramificados (rodeados pelas setas azuis).

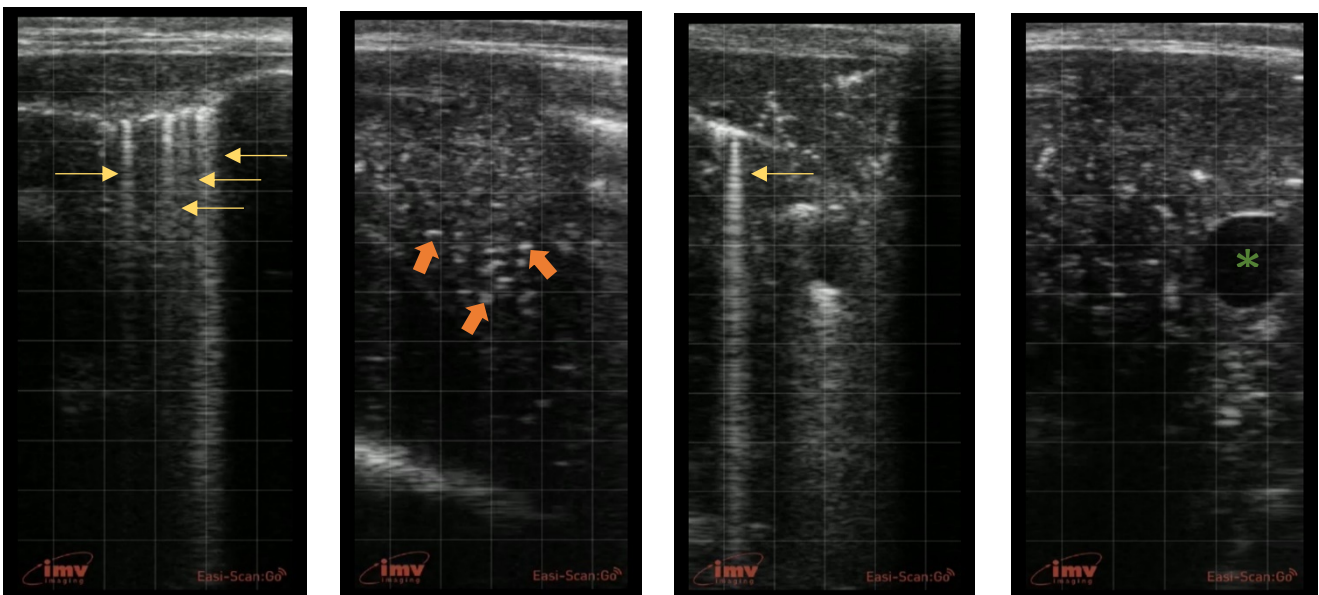



Figura 11. Imagens ecográficas do 5º EI direito, correspondente ao lobo médio, num bezerro. Imagens típicas de consolidação lobar, com ausência de artefactos de reverberação (linhas A) e o parênquima pulmonar hipocóico e com aspecto heterogêneo, em toda a sua espessura. As setas amarelas indicam "caudas de cometa" e o asterisco sinaliza um abscesso, fator de mau prognóstico. Os pequenos pontos hiperecóticos apontados pelas setas cor de laranja são broncoerogramas.

ANEXO D. Ferramentas utilizadas no trabalho prático.



Relatório de campo
de avaliação da saúde pulmonar da exploração

Proprietário			
Endereço			
Data Consulta			

Tem história de pneumonias na exploração ?

1. Sim			
2. Não			

Manejo

Alojamento

1-Individual	1-Viteleiro no interior	1	Membro totalmente visível
2-Em grupo	2-Viteleiro no exterior	2	Membro parcialmente visível
	3-Na pastagem	3	Membro não visível
	4-Iglô		

Nesting Score

Vacinação

1. Sim			
2. Não			

Se sim, qual a vacina? _____

Alimentação

Para além do leite, fornece mais algum alimento ? Se sim, qual ?

Quantidade de leite fornecida / dia	1. Palha		
Água	1. Sim	2. Ração/Concentrado	
	2. Não	3. Pastagem	
		4. 2 dos anteriores ou todos	

Notas: Predisposição do produtor à mudança? Observações?

Nº SIA:		
Raça:	1-Holstein-Frisea 2-Jersey 3-Outra/ Cruzada leite	
Sexo:	4-Angus 5-Limousine 6-Charolês 7-Outra/ Cruzada carne	
Data de nascimento:		
Peso (Kg):		

0	Pulmão normal	Descarga Nasal	
1	Pulmão com caudas de cometa difusos, sem consolidação	Olhos	
2	Pneumonia lobular	Orelhas	
3	Pneumonia lobar	Tosse	
		Temperatura	
		Score SC	

Nº SIA:		
Raça:	1-Holstein-Frisea 2-Jersey 3-Outra/ Cruzada leite	
Sexo:	4-Angus 5-Limousine 6-Charolês 7-Outra/ Cruzada carne	
Data de nascimento:		
Peso (Kg):		

0	Pulmão normal	Descarga Nasal	
1	Pulmão com caudas de cometa difusos, sem consolidação	Olhos	
2	Pneumonia lobular	Orelhas	
3	Pneumonia lobar	Tosse	
		Temperatura	
		Score SC	

Nº SIA:		
Raça:	1-Holstein-Frisea 2-Jersey 3-Outra/ Cruzada leite	
Sexo:	4-Angus 5-Limousine 6-Charolês 7-Outra/ Cruzada carne	
Data de nascimento:		
Peso (Kg):		

0	Pulmão normal	Descarga Nasal	
1	Pulmão com caudas de cometa difusos, sem consolidação	Olhos	
2	Pneumonia lobular	Orelhas	
3	Pneumonia lobar	Tosse	
		Temperatura	
		Score SC	

Figura 12. “ Relatório de campo para avaliação da saúde pulmonar da exploração”.






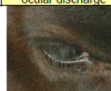
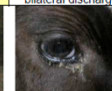




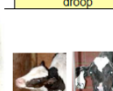
Calf Health Scoring Criteria				
0	1	2	3	
Rectal temperature				
100-100.9	101-101.9	102-102.9	≥103	
Cough				
None	Induce single cough	Induced repeated coughs or occasional spontaneous cough	Repeated spontaneous coughs	
Nasal discharge				
Normal serous discharge	Small amount of unilateral cloudy discharge	Bilateral, cloudy or excessive mucus discharge	Copious bilateral mucopurulent discharge	
				
Eye scores				
Normal	Small amount of ocular discharge	Moderate amount of bilateral discharge	Heavy ocular discharge	
				
Ear scores				
Normal	Ear flick or head shake	Slight unilateral droop	Head tilt or bilateral droop	
				

Figura 13. Calf Health Scoring.



Figura 14. Posicionamento para realização da ecografia torácica.

ANEXO E. Análise Estatística.

Tabela 4. Frequências das variáveis em estudo.

Variável	%
Sexo	
Macho	44.3
Fêmea	55.7
Idade	
1 a 2 meses	10.8
2 a 3 meses	58.2
3 a 4 meses	31.0
Raça	
Holstein-Frísia	73.4
Jersey	1.3
Outra/ Cruzada leite	3.2
Outra/ Cruzada carne	22.2
Alojamento	
Individual	55.7
Em Grupo	44.3
Tipo de Alojamento	
Viteiro no interior	46.8
Viteiro no exterior	7.0
Pastagem	42.4
Iglô	3.8
Alimentação Extra	
Palha	3.8
2 ou todos os anteriores (palha, ração e pastagem)	96.2
Água	74.7
Vacinação	24.1
Animais doentes (Score SC)	27.8
Animais doentes (Score ECO)	19.0

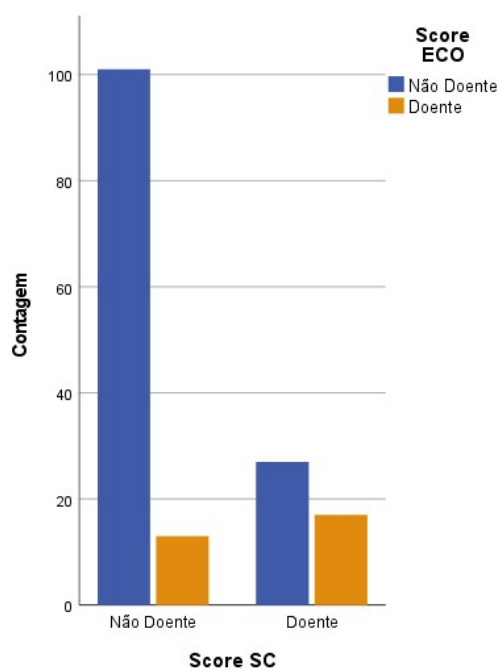


Figura 15. Cruzamento entre os animais classificados como doentes segundo o Score SC e o Score ECO. ($p < 0.001$)

Tabela 5. Análise descritiva das variáveis escalares peso e quantidade de leite/dia.

Variáveis	N	Min.	Máx.	Média (DP)
Peso	158	42	170	78.10 (21.959)
Quant. Leite/dia	158	3.0	10.0	5.358 (1.6598)

Tabela 6. Coeficientes de Associação entre as variáveis independentes e os sistemas de pontuação ECO e SC. Consultar interpretação do coeficiente de Phi na tabela 6 (abaixo).

Variável	Score SC		Score Eco	
	ϕ (GL)	p	ϕ (GL)	p
Nesting Score	-.264 ^a (1)	<.001	-.185 ^a (1)	.020
Vacinação	-.250 ^a (1)	.002	-.159 ^a (1)	.045
Sexo	.355 ^a (1)	<.001	.218 ^a (1)	.006

^a Coeficiente Phi (ϕ); GL – Graus de liberdade.

Tabela 7. Tabela de interpretação dos coeficientes Phi.

Coeficiente Phi	Interpretação
-1.0 a -0.7	Associação forte negativa entre as variáveis
-0.69 a -0.4	Associação média negativa entre as variáveis
-0.39 a -0.2	Associação fraca negativa entre as variáveis
-0.199 a 0.01	Nula ou negligenciável associação entre as variáveis
0.00	Associação nula
0.01 a 0.19	Nula ou negligenciável associação entre as variáveis
0.2 a 0.39	Associação fraca positiva entre as variáveis
0.4 a 0.69	Associação média positiva entre as variáveis
0.70 a 1.0	Associação forte positiva entre as variáveis

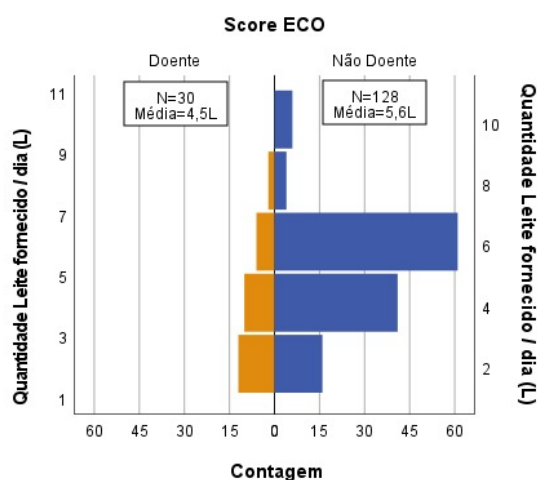


Figura 16. Distribuição dos animais doentes e não doentes (de acordo com Score ECO) consoante a quantidade de leite fornecido por dia ($p < 0.001$).

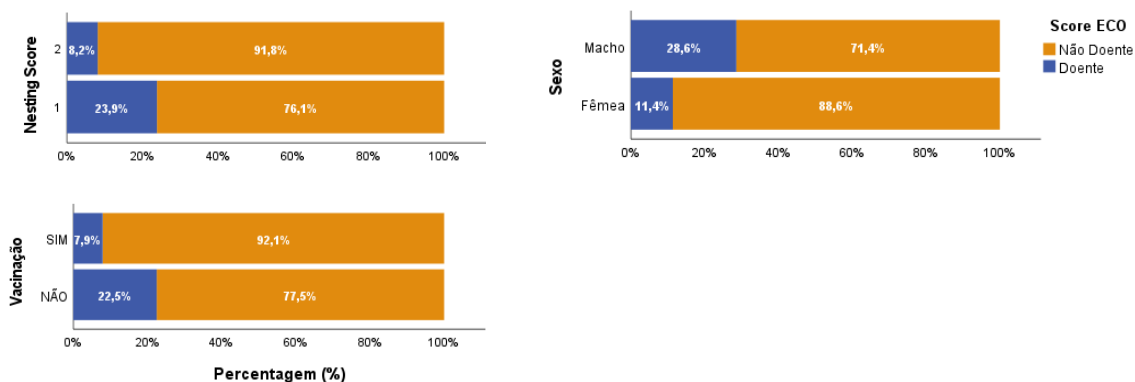


Figura 17. Razão entre animais doentes e não doentes (segundo Score ECO) para cada uma das seguintes variáveis independentes: *nesting score*, vacinação e sexo.

NOTA: *Nesting Score*: 1-membro totalmente visível; 2-membro parcialmente visível; 3-membro não visível.