



Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Dissertação

Importância da Ultrassonografia Pulmonar como método de diagnóstico precoce do Complexo Respiratório Bovino

Melissa Tatiana Quendera Contador

Orientador(es) | Pedro Caetano
Elsa Leclerc Duarte
José Carlos Tarrío Linhares

Évora 2024





Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Dissertação

Importância da Ultrassonografia Pulmonar como método de diagnóstico precoce do Complexo Respiratório Bovino

Melissa Tatiana Quendera Contador

Orientador(es) | Pedro Caetano
Elsa Leclerc Duarte
José Carlos Tarrío Linhares

Évora 2024



A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências e Tecnologia:

- Presidente | Cristina Maria dos Santos Conceição (Universidade de Évora)
- Vogais | Helder Miranda Pires Quintas (Instituto Politécnico de Bragança - Escola Superior Agrária de Bragança) (Arguente)
Pedro Caetano (Universidade de Évora) (Orientador)

Agradecimentos

Aos meus pais, José e Joaquina, por todo amor incondicional e por todo o apoio que sempre me deram ao longo da minha vida. Obrigada por todos os sacrifícios que fizeram que me permitiram chegar aqui, nunca teria sido possível concretizar este sonho sem vocês.

Aos meus irmãos, um grande obrigado por me fazerem a pessoa mais feliz do mundo. Ao Rodrigo, por ser sempre o bebé grande da mana. À Melina, por ser a minha alma gémea. Ao Martim, por ser o menino com o maior coração que conheço. À Rita, por ser a minha companheira de festas. E por fim, à Raquel por todos os jantares partilhados ao som das músicas da Disney.

Ao Professor Doutor Pedro Caetano, que aceitou orientar-me e prestar o auxílio necessário na realização desta dissertação. Obrigada por incentivar-me sempre.

Ao Doutor José Carlos, pela oportunidade de acompanhá-lo, por todas as aprendizagens e pelo seu bom gosto pelo Bruno Aleixo. Foi um prazer aprender consigo.

À Doutora Marlene e ao Doutor Bruno, pela amizade e pelos bons momentos.

Aos meus colegas de Évora, por me fazerem sentir em casa durante 5 anos. Um obrigada à Bruna, à Aorta, à Marradas, à Sofs, à Táxi, à Tol, ao Tozé, ao Nuno, ao Rodri, ao Tommy, ao Deus Cláudio, à Bombadice, ao Maxime e à Madeixa. Um especial obrigada ao Turista pela paciência infinita.

Aos meus queridos Senhores Estudantes, Pedro, Di, Bruno, Caniche, Dudu, Lulu, Gui, Tita, Inês Almeida, Metal, André Brites e Ruderigo.

Aos meus queridos milhos, André e Duarte.

Ao meu porto seguro, Inês, Ana, Pinta, Carol, Carina, Mafa, Joana e Laura.

Às minhas amigas de infância, Raquel, Madalena e Mariana.

À minha querida Catarina, que foi sem dúvida o melhor que a Ilha Terceira me deu.

A toda a equipa da UNICOL, principalmente ao Sr. Alberto, ao Sr. Duarte e aos meus amigos dos almoços de quinta-feira. Por todos os bons momentos que me proporcionaram e por me fazerem sempre sentir em casa.

Importância da Ultrassonografia Pulmonar como método de diagnóstico precoce do Complexo Respiratório Bovina

Resumo

O Complexo Respiratório Bovino (CRB) representa um problema a nível mundial que afeta a rentabilidade das explorações. Desta forma, existe uma necessidade de estabelecer um diagnóstico objetivo para classificar os casos de CRB de forma mais precoce e precisa. A ultrassonografia torácica (UST) mostrou-se um método rápido, não invasivo e indicador das lesões pulmonares.

Foi realizado um estudo no sentido de compreender se a realização da UST acrescenta informação importante relativamente ao método de pontuação de sinais clínicos utilizado, o Calf Respiratory Scoring Criteria (SRSC), e ainda identificar os principais fatores de risco associados ao CRB.

As variáveis com maior correlação com a doença foram a idade dos vitelos com quem são agrupados, a existência ou não de abrigo, a quantidade de colostro ingerida (L/dia), a água disponível ser própria para consumo e a suplementação do vitelo. As outras variáveis estudadas não demonstraram um impacto significativo na prevalência de doença.

PALAVRAS-CHAVE: Ultrassonografia; Pneumonia; Pulmões; Vitelos; Complexo Respiratório Bovino

Importance of Pulmonary Ultrasonography as a method for early diagnosis of Bovine Respiratory Disease

Abstract

Bovine Respiratory Complex (BRC) is a worldwide problem that affects the profitability of farms. therefore there is a need to establish an objective diagnosis to classify BRC cases earlier and more accurately. Thoracic ultrasound (TUS) has proven to be a fast, non-invasive method and an indicator of lung lesions.

A study was carried out to understand whether TUS adds important information to the clinical signs scoring method used, the Calf Respiratory Scoring Criteria (CRSC), and to identify the main risk factors associated with CRB.

The variables with the highest correlation with the disease were the age of the calves with whom they are grouped, whether or not there was shelter, the amount of colostrum ingested (L/day), whether the water available was suitable for consumption and the calf's supplementation. The other variables studied had no significant impact on the prevalence of disease.

Índice de conteúdos	
Agradecimentos	I
Resumo	II
Abstract	III
Índice de conteúdos	IV
1. Complexo Respiratório Bovino	1
1.1. Introdução	1
1.2. Fatores predisponentes dos bovinos à doença respiratória: estruturas pulmonares, funções e mecanismos de defesa	1
1.2.1. Anatomia pulmonar	2
1.2.2. Mecanismos de defesa	3
1.2.3. Sistema imunitário	6
1.3. Etiologia do Complexo Respiratório Bovino	7
1.4. Formas de diagnóstico do CRB	9
1.4.1. Sistemas de sinais clínicos	10
1.4.2. Auscultação torácica	11
1.4.3. Testes imagiológicos	13
1.4.4. Termografia infravermelha	13
1.4.5. Testes laboratoriais	14
1.4.5.1. Tipos de amostras e métodos de amostragem	14
1.4.6. Biomarcadores	17
1.5. Ecografia pulmonar	17
1.5.1. Revisão de imagem ecográfica	18
1.5.2. Ecografia do Trato Respiratório Bovino	19
1.5.2.1. Ecografia pulmonar: Prós e contras	19
1.5.2.2. Preparação e contenção de vitelos	20
1.5.2.3. Abordagem	22
1.5.2.4. Técnica	23
1.5.2.5. Equipamento	25
1.5.2.6. Interpretação de imagens	25
1.5.2.7. Sistemas de pontuação das lesões pulmonares	29

1.6. Prevenção, controlo e maneio do CRB	31
1.6.1. Prevenção	31
1.6.1.1. Falha da transferência passiva de imunidade	32
1.6.1.2. Colheita e armazenamento de colostro	33
1.6.1.3. Fornecimento de colostro	33
1.6.1.4. Desinfeção do umbigo	35
1.6.1.5. Nutrição e ingestão de água	35
1.6.1.6. Alimentação de leite descartado	37
1.6.1.7. Alojamento e ventilação	38
1.6.1.8 Ventilação dos estábulos de vitelos não desmamados	38
1.6.1.9. Ventilação de vitelos alojados em grupo	39
1.6.1.10. Minimização do stress do desmame	40
1.6.1.11. Metafilaxia no desmame	41
1.6.1.12. Programas de vacinação em vitelos jovens	42
1.6.1.13. Procedimentos de quarentena para animais recém-chegados e doentes	44
1.6.2. Controlo e gestão de surtos de doenças respiratórias em vitelos leiteiros	45
2. Estudo experimental	46
2.1. Objetivos do estudo	46
2.2. Materiais e métodos	46
2.2.1. Desenho experimental	46
2.2.2. Colheita das amostras e instrumentos de recolha de dados	47
2.2.2.1. Formulário de Consentimento Informado	48
2.2.2.2. Inquérito para caracterização da exploração	48
2.2.3 Análise estatística	48
2.3.2. Dados clínicos	58
2.3.3. Sensibilidade e Especificidade	60
2.3.4. Efeito das características em estudo na prevalência de animais doentes	62
2.4. Discussão	65
2.5. Conclusão	73
Bibliografia	74

Anexos	I
Anexo 1. Calf Health Scoring Criteria (University of Wisconsin, 2015)	I
Anexo 2. Sistema de pontuação ultrassonográfico (0-5) utilizado para classificar os vitelos (Ollivett & Buczinski, 2016b)	II
Anexo 3. Inquérito ao proprietário para avaliação da saúde pulmonar da exploração ..	III
Anexo 4. Tabela de campo	IV
Anexo 5. Formulário de Consentimento Autorizado	V
Anexo 6. <i>Nesting Score</i>, adaptado de University of Wisconsin (2023)	VI

Índice de Tabelas

Tabela 1. Pontos de referência para o pulmão direito durante o exame ultrassonográfico (adaptado de Ollivett & Buczinski, 2016b).....	23
Tabela 2. Pontos de referência para o pulmão esquerdo durante o exame ultrassonográfico (adaptado de Ollivett & Buczinski, 2016b).....	23
Tabela 3. Mortalidade de vitelos que ingerem colostro pela primeira vez em diferentes horas de vida (Moran, 2012).....	34
Tabela 4- Sistema de pontuação das lesões pulmonares	47
Tabela 5. Quantidade de colostro fornecido e número de horas após o nascimento da 1ª refeição de colostro (L/dia)	54
Tabela 6. Quantidade de leite fornecido aos vitelos.....	55
Tabela 7. Score em sintomatologia clínica.....	58
Tabela 8. Distribuição de alterações por lobos dos pulmões direito e esquerdo	59
Tabela 9. Distribuição dos resultados em score clínico por score ecográfico	61
Tabela 10. Avaliação do método score clínico.....	61
Tabela 11- Rácio de prevalência de animais doentes por variável em estudo.....	64

Índice de Figuras

Figura 1. Esquema geral da ramificação das vias aéreas da traqueia para os alvéolos, adaptado de Frandson et al. (2009)	2
Figura 2. Lobos pulmonares, árvore brônquica e linfonodos (representação esquemática, vista dorsal), Erich König & Liebich (2016)	3
Figura 3. Realização de UST sem contenção (Imagem de autoria própria)	21
Figura 4. Posição do operador para imobilização manual de um vitelo durante o exame de UST (Imagem de autoria própria).....	22
Figura 5. Área de referência para a realização de UST (tracejado a branco). As costelas estão numeradas de 1 a 10, começando pela primeira, mais cranial e prosseguindo caudalmente até à 10 ^o costela. Nos últimos EICs a área correspondente ao fígado aumenta drasticamente (Ollivett et al., 2015)	24
Figura 6. Imagem ultrassonográfica de pleura normal. A ecogenicidade da linha pleural (cabeça de seta) é causada pela reflexão total das ondas na transição para o pulmão ventilado saudável. Os artefactos de reverberação (setas) resultam da reflexão das ondas ultrassonográficas pelo ar dos pulmões. Ds, dorsal; TW, parede torácica; Vt, ventral (Babkine & Blond, 2009)	26
Figura 7. Imagem ultrassonográfica de uma vaca com broncopneumonia. O círculo pequeno e hipoecogénico (rodeado por setas pretas) na superfície pulmonar (0,5 cm de diâmetro à esquerda, 1 cm de diâmetro à direita) corresponde a um alveolograma fluido com artefacto de cauda de cometa (C). Ds, dorsal; PL, linha pleural; Vt, ventral (Babkine & Blond, 2009)	28
Figura 8. Imagem ultrassonográfica da região cranioventral do tórax de um vitelo com pneumonia. Dorsalmente, é visível a linha pleural (PL) com artefactos de reverberação (setas brancas). Esta área é distinta da porção ventral do pulmão que contém tecido hipoecogénico com pequenos pontos hiperecogénicos. Esta parte do pulmão é visível e consolidada (CL). Os pontos hiperecogénicos correspondem a broncoerogramas (setas pretas). Ds, dorsal; Vt, ventral (Babkine & Blond, 2009).....	28
Figura 9. Imagem ultrassonográfica do tórax ventral no sexto EIC de uma vaca com broncopneumonia. Os tecidos pulmonares aparecem hipoecogénicos e contêm broncograma fluido ramificado (rodeado com setas brancas). As zonas hiperecogénicas correspondem a inclusões de ar (setas pretas). Ds, dorsal; Vt, ventral (Babkine & Blond, 2009)	29
Figura 10. Imagem ultrassonográfica de um vitelo com pneumonia. A- Cauda de cometa; B- Consolidação lobular, inferior a 1 cm (rodeada por setas azuis); C- Consolidação lobar, superior a 1 cm (rodeada por setas azuis) (Imagem de autoria própria)	30

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Distribuição dos vitelos por exploração (n=115).....	52
Gráfico 2. Historial de pneumonia por exploração.....	52
Gráfico 3. Sexo dos vitelos em número absoluto e %	53
Gráfico 4. Animais com historial de pneumonia na exploração.....	53
Gráfico 5. Tipo de alojamento.....	53
Gráfico 6. Idade dos animais em alojamento de grupo.....	53
Gráfico 7. Tipo de viteleiro	54
Gráfico 8. Condições em viteleiros exteriores.....	54
Gráfico 9. Tipo de encolostramento	55
Gráfico 10. Tipo de utensílios utilizados no encolostramento auxiliado (N=90).....	55
Gráfico 11. Frequência do fornecimento do leite.....	56
Gráfico 12. Suplementação de alimento.....	57
Gráfico 13. Tipo de suplemento.....	57
Gráfico 14. Disponibilidade de água.....	57
Gráfico 15. Qualidade de água por disponibilidade.....	58
Gráfico 16. Animais vacinados.....	58
Gráfico 17. Protocolo de limpeza/desinfecção do cordão umbilical.....	58
Gráfico 18. Resultado total em Calf Respiratory Scoring Criteria CRSC.....	59
Gráfico 19. Distribuição de alterações por lobos dos pulmões direito e esquerdo.....	61
Gráfico 20. Resultados de CRSC vs. Score ecográfico.....	62
Gráfico 21. Prevalência de doença em função da quantidade de colostro ingerido (L/dia).....	66
Gráfico 22. Prevalência de doença em função da quantidade de leite fornecido (L/dia).....	66

Abreviaturas

Ac	Anticorpos
AT	Aspiração transtraqueal
APPs	Proteínas de fase aguda
BHV-1	Herpesvírus Bovino Tipo 1
BRSV	Vírus Respiratório Sincicial Bovino
BVD	Diarreia Viral Bovina
CRB	Complexo Respiratório Bovino
CRSC	Calf Respiratory Scoring Criteria
EIC	Espaço intercostal
ENP	Esfregaços nasofaríngeos profundos
FTPI	Falha na transferência passiva da imunidade
Ig	Imunoglobulinas
LBA	Lavagem broncoalveolar
LT	Lavagem transtraqueal
LD	Leite descartado
MAs	Macrófagos alveolares
MV	Médico Veterinário
PCR	<i>Polimerase Chain Reaction</i>
PI-3	Parainfluenza Tipo 3
Se	Sensibilidade
Sp	Especificidade
TC	Tomografia Computorizada
TPC	Contagem total em placa
TRI	Trato Respiratório Inferior
TRS	Trato Respiratório Superior
TSA	Teste de Sensibilidade aos Antibióticos
UST	Ultrassonografia torácica
PD	Pulmão direito
PE	Pulmão esquerdo

1. Complexo Respiratório Bovino

1.1. Introdução

O Complexo Respiratório Bovino (CRB) é provocado por complexas interações entre infecções bacterianas e virais, o sistema imunitário do animal e o *stress* externo (Ward & Powell, 2013; Peek et al., 2018).

As infecções do aparelho respiratório bovino são frequentemente iniciadas por uma infecção viral seguida de uma infecção bacteriana secundária. A interação entre estes dois agentes, associada à quebra de imunidade do hospedeiro e ao *stress* ambiental resulta no que se denomina o CRB (Stanton et al., 2012). Este é a principal causa de morbidade e mortalidade em vitelos de leite pré-desmamados e resulta em perdas económicas devido à diminuição do crescimento, diminuição da produção de leite ao longo da vida produtiva no caso das fêmeas, e aumento da mortalidade, para além do custo de tratamento (Cramer & Ollivett, 2019).

As técnicas atuais de diagnóstico clínico de CRB em vitelos dependem geralmente de marcadores visuais tais como atitude, descarga nasal e ocular, tosse, para além da temperatura retal e padrões respiratórios irregulares como dispneia e taquipneia (Porter et al., 2021). O reconhecimento precoce de casos clínicos de CRB é uma das principais dificuldades no campo da medicina respiratória bovina. Este reconhecimento é crucial, uma vez que as manifestações de doenças subclínicas podem ser facilmente ignoradas e resultar em perdas económicas significativas (Buczinski et al., 2014). Deste modo, é fundamental que surjam métodos de diagnóstico que permitam uma deteção mais precoce e precisa, a fim de identificar os animais que necessitam de tratamento e, conseqüentemente, reduzir o uso indiscriminado de antibióticos (Fontes, 2022).

Em vitelos pré-desmamados, a ultrassonografia torácica (UST) foi considerada um método rápido, não invasivo e indicador das lesões pulmonares na exploração. Para além disso, a UST melhorou a sensibilidade e especificidade relativamente à deteção de vitelos com pneumonia clínica e subclínica (Porter et al., 2021).

1.2. Fatores predisponentes dos bovinos à doença respiratória: estruturas pulmonares, funções e mecanismos de defesa

A função principal do sistema respiratório é fornecer oxigénio (O_2), para manter o metabolismo tecidual, e remover o dióxido de carbono (CO_2), entre o meio ambiente e os tecidos. Além disso, também é importante na termorregulação, metabolismo de substâncias endógenas e exógenas e proteção contra gases tóxicos, poeiras inaladas e agentes infecciosos (Frandsen et al., 2009; Robinson, 2013).

1.2.1. Anatomia pulmonar

O trato respiratório superior (TRS) é composto por todos os órgãos respiratórios localizados na cabeça, incluindo nariz, seios paranasais e porção nasal da faringe. O trato respiratório inferior (TRI) compreende a laringe, a traqueia e os pulmões. Nos bovinos, a traqueia divide-se nos brônquios principais, direito e esquerdo, e num terceiro, o brônquio traqueal que abastece o lobo cranial do pulmão direito. Os brônquios principais ramificam-se em brônquios lobares ou secundários que, posteriormente, se ramificam em brônquios terciários, os quais se dividem em bronquíolos. Estes últimos dividem-se em bronquíolos terminais, que se ramificam, mais tarde, em bronquíolos respiratórios. A transição para a parte respiratória dá-se nestes últimos, a qual é constituída pelos ductos alveolares, sacos alveolares e alvéolos (Figura 1) (König & Liebich, 2016) Apesar dos alvéolos respiratórios representarem a unidade funcional do pulmão, nos bovinos, devido a fatores anatómicos, os lobos pulmonares funcionam como unidades individuais e bem compartimentadas. Os pulmões dos ruminantes são únicos devido à sua assimetria, bem como à sua distinta lobação e à sua pronunciada lobulação (Dyce & Wensing, 2009).

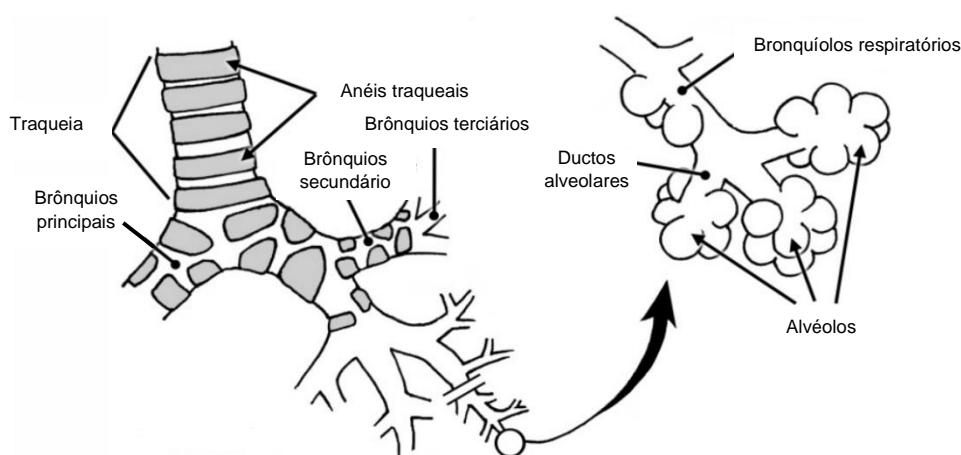


Figura 1. Esquema geral da ramificação das vias aéreas da traqueia para os alvéolos, adaptado de Frandson et al. (2009)

Em consequência de características específicas, como desenvolvimento insuficiente do pulmão, menor capacidade da realização de trocas gasosas e presença de septo interlobar espesso que impossibilita ventilação colateral e aumenta a probabilidade de hipoxia, os bovinos são mais suscetíveis a afeções respiratórias e com maior predisposição para o desenvolvimento de lesões pulmonares com maior gravidade relativamente a outras espécies pecuárias (Ramos, 2009; Edwards, 2010a).

Os lobos pulmonares são nutridos por cada brônquio lobar individualmente e têm a mesma denominação que este. De acordo com esse sistema, o pulmão esquerdo (PE), responsável por 40-45% do volume pulmonar, é composto por um lobo cranial e um lobo caudal. O pulmão direito (PD), que representa 55-60% do volume pulmonar, possui um lobo cranial, um lobo caudal, um lobo médio e um lobo acessório (Figura 2). Nos bovinos, os lobos craniais subdividem-se também em porção cranial e caudal (Frandsen et al., 2009; Erich König & Liebich, 2016).

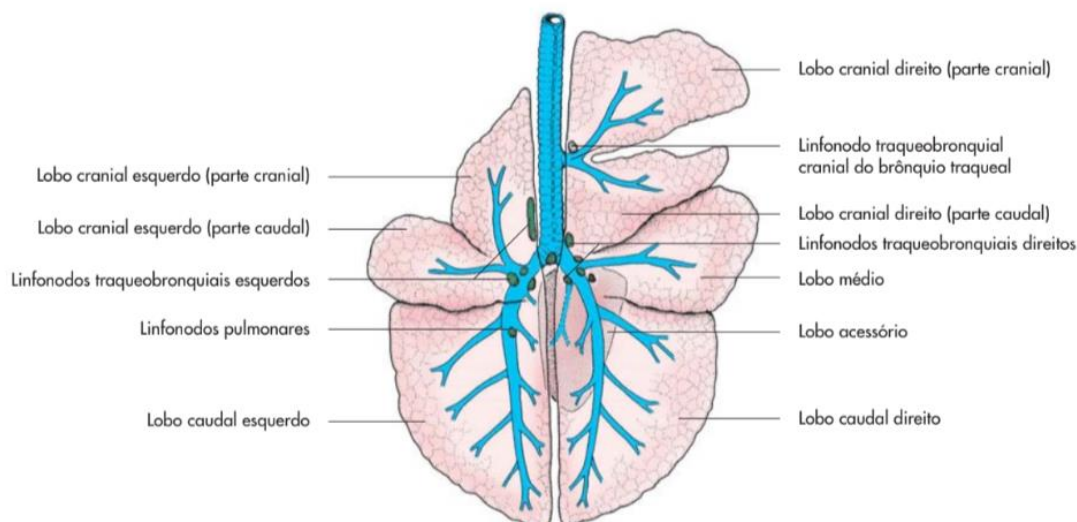


Figura 2. Lobos pulmonares, árvore brônquica e linfonodos (representação esquemática, vista dorsal), Erich König & Liebich (2016)

Nos pulmões dos bovinos mais jovens não existem tantos poros interalveolares, também conhecidos como poros de Kohn, os quais correspondem a pequeníssimas aberturas existentes nos septos interalveolares dos pulmões e que permitem que os alvéolos comuniquem entre si, desempenhando também um papel significativo no sistema de limpeza do pulmão, comparativamente com outras espécies. Estes poros encontram-se em maior número num pulmão mais velho e mais desenvolvido (Bowie & Ardans, 1975; Veit & Farrell, 1978; Edwards, 2010a).

1.2.2. Mecanismos de defesa

O sistema respiratório bovino saudável possui uma série de mecanismos de defesa contra microrganismos patogênicos, incluindo as mucosas e cílios para remover fisicamente os agentes patogênicos e partículas estranhas, a resposta imunitária e a manutenção de uma população simbiótica de bactérias comensais (Ackermann et al., 2010).

Distalmente à divisão brônquica inicial, o pulmão é frequentemente estéril. O impacto dos diversos mecanismos de defesa das vias respiratórias superiores e inferiores asseguram

esta esterilidade. Estes sistemas de defesa podem classificar-se em físicos, celulares e secretores. As doenças respiratórias infecciosas podem desenvolver-se se estes mecanismos forem insuficientes, no entanto, é impossível dizer com certeza quais os sistemas de defesa que devem ser ultrapassados ou em que medida para que a infecção pulmonar ocorra (Liggitt, 1985).

O processo de depuração mucociliar, tosse e filtração aerodinâmica das partículas aerossolizadas constituem a maioria das defesas físicas do TRS. Entende-se por aerossóis partículas ou gotículas que são suficientemente pequenas para permanecerem suspensas no ar por um determinado período. O tamanho, forma e peso das partículas, a frequência respiratória, a preferência pela respiração oral em vez da nasal e a obstrução das vias aéreas são fatores que afetam a eliminação de partículas aerossolizadas nas vias respiratórias superiores. A maioria destas partículas fixam-se no TRS e permanecem imóveis através de vários processos, tais como impactação, sedimentação e difusão. A distância que as partículas e os aerossóis percorrem dentro da árvore traqueobrônquica depende do tamanho dos fragmentos. Partículas com diâmetros superiores a 5 μm entram em contacto com a parede do trato respiratório por impactação inercial, que ocorre nas curvaturas das vias aéreas maiores, pois as partículas de grandes dimensões movimentam-se a grandes velocidades. Conforme a velocidade do fluxo de ar diminui nas regiões mais profundas do pulmão, as partículas com diâmetros entre 1 e 5 μm depositam-se nas paredes das vias aéreas por sedimentação. As partículas com dimensões menores alcançam as vias aéreas periféricas e os alvéolos, onde por difusão entram em contato com a superfície epitelial. Como referido anteriormente, também o padrão respiratório pode influenciar a deposição das partículas ao longo do trato respiratório, uma vez que uma respiração superficial e rápida aumenta a deposição inercial nas vias aéreas superiores, ao passo que uma respiração profunda e lenta transporta partículas até regiões mais profundas. A broncodilatação favorece uma distribuição de partículas mais periférica, enquanto a broncoconstrição aumenta a sua deposição nas vias aéreas mais centrais (Liggitt, 1985; Robinson, 2013).

O reflexo de tosse é um elemento importante de defesa que auxilia na remoção de partículas e secreções das vias respiratórias. Nos casos em que o nível de secreções aumenta ou diminui de forma excessiva, em que as vias respiratórias se encontram bloqueadas ou perdem a sua elasticidade, a tosse revela-se ineficaz. No entanto, não é recomendado suprimir o seu reflexo, a menos que este afete negativamente a condição do animal, como é o caso de algumas tosses não produtivas (Bowie & Ardans, 1975; Robinson, 2013). Outra componente chave do mecanismo defensivo é a camada mucociliar, formada pelas células epiteliais ciliadas e pelo muco que cobrem o trato respiratório. Normalmente, é expectável que 90% do material que é depositado sobre a camada mucociliar seja removido no espaço de uma hora, seja por deglutição ou excreção do mesmo. Caso um agente patogénico se instale e permaneça na camada mucociliar, pelo menos três a quatro horas, a probabilidade de causar uma infecção aumenta (Bowie & Ardans, 1975; Veit & Farrell, 1978). A depuração mucociliar pode ser influenciada pela desidratação e pela inalação de gases irritantes, como o amoníaco, tornando o muco

traqueobrônquico mais espesso e limitando, assim, a sua função, o que aumenta o risco de pneumonia (Cockcrof, 2015).

Em relação aos mecanismos celulares, as células com maior importância na defesa do TRI são os macrófagos alveolares (MAs), que correspondem a 87% das células intra-alveolares livres no pulmão, sendo as restantes os neutrófilos que constituem 2%, os linfócitos, que representam 10% e, por fim, os eosinófilos, que equivalem apenas a 1% da população celular (Liggitt, 1985). Quanto aos MAs existem essencialmente dois métodos pelos quais atuam, fagocitose e destruição de substâncias estranhas ou desenvolvimento de substâncias que atraem elementos inflamatórios e imunológicos necessários para uma defesa eficaz (Liggitt, 1985; N. Robinson, 2013). Os MAs são um tipo muito específico de células, uma vez que possuem necessidades metabólicas particulares, em que a glicólise aeróbica é extremamente importante para a sua sobrevivência. Quando comparada com outros macrófagos do organismo, esta célula requer dez vezes mais oxigénio para glicólise aeróbica, sendo que em situações de hipoxia o seu papel na fagocitose fica comprometido. Esta é uma célula essencial, mas que tem uma alta dependência de um ambiente aeróbico, por isso, em pulmões com reduzida ventilação irá perder a sua função (Bowie & Ardans, 1975; Robinson, 2013). No que diz respeito aos neutrófilos, após estimulação intrapulmonar com vírus, bactérias ou outros fatores, o seu número aumenta drasticamente. Os neutrófilos respondem a fatores quimiotáticos produzidos por MAs, entrando rapidamente no pulmão a partir da circulação. Relativamente aos linfócitos pulmonares, estes correspondem maioritariamente a linfócitos T. Uma parte significativa dos linfócitos está associada a BALT (*Bronchus-Associated Lymphoid Tissue*) ou outros agregados linfoides dispersos pelo interstício (Liggitt, 1985).

Por último, relativamente às defesas secretoras, referem-se a substâncias que se encontram no muco respiratório ou no epitélio e incluem lisozima, interferão e imunoglobulinas (Ig) respiratórias. As Ig podem ser produzidas localmente no trato respiratório bovino, predominantemente IgA, IgG, e níveis vestigiais de IgM (Veit & Farrell, 1978). A IgA representa o principal anticorpo (Ac) nas vias respiratórias superiores. No entanto, vitelos com menos de seis semanas são uma exceção a esta regra, onde predomina a IgG. O interferão é produzido, em infeções virais, na mucosa nasal por vários tipos de células, incluindo células epiteliais, linfócitos e macrófagos (Liggitt, 1985). As lisozimas pertencem a um grupo de enzimas ativas conhecidas por serem particularmente eficazes contra as paredes celulares de algumas bactérias Gram positivas e serem produzidas por neutrófilos, macrófagos, incluindo os macrófagos alveolares, e algumas células epiteliais glandulares (Veit & Farrell, 1978).

Outros fatores, tais como má nutrição, *stress* e má qualidade do ar, podem também contribuir para o enfraquecimento das defesas do hospedeiro (Ackermann et al., 2010; Gorden & Plummer, 2010). Além dos mecanismos de defesa apresentados anteriormente, existem

evidências que sugerem que a microbiota respiratória nas vias aéreas desempenha um papel fundamental na saúde respiratória (Timsit & Woolums, 2022).

1.2.3. Sistema imunitário

A saúde bovina está intimamente dependente do sistema imunitário. O seu propósito é garantir que a homeostasia, ou seja, a condição de relativo equilíbrio interno do organismo independentemente das variações do meio externo, seja mantida. As barreiras físicas e químicas que revestem a pele e a superfície das mucosas são a primeira linha de defesa contra a maioria dos microrganismos. Quando esta é ultrapassada, inicia-se a resposta imune inata, quase imediata e não específica ao agente patogénico, onde é despoletada uma resposta bioquímica como a produção de várias citocinas, quimiocinas e péptidos antimicrobianos e a ação de células fagocitárias nomeadamente neutrófilos, macrófagos e células *Natural Killer*, que atacam os agentes infecciosos ou células afetadas. Outra função do sistema imune inato é iniciar a resposta imune adquirida/adaptativa. Esta resposta é mais lenta, mas específica ao agente patogénico provocando o seu ataque com células B, células T, citocinas e Ac específicos, adicionalmente fornece memória específica do agente, que por sua vez estimula a proteção contra novas infeções pelo mesmo microrganismo. Na resposta humoral, os linfócitos B produzem Ac que auxiliam na eliminação do agente, enquanto que na resposta celular são produzidos os linfócitos T, de forma a controlar a infeção. Adicionalmente, a resposta imune adquirida envolve a produção de células de memória, de forma a que, quando ocorra um novo contato com o mesmo agente, a resposta gerada pelo organismo seja mais rápida e robusta (Chase, 2022).

A mucosa que reveste o TRS é constituída por células epiteliais ciliadas que são especializadas em eliminar agentes patogénicos e partículas uma vez que secretam péptidos antimicrobianos na camada da mucosa, de modo a evitar que cheguem aos pulmões. Nas narinas está presente o epitélio escamoso estratificado, mais eficaz contra a adesão microbiana, enquanto o restante trato respiratório se encontra revestido por epitélio pseudoestratificado (Chase, 2022).

O amadurecimento do sistema imunitário começa no feto e continua após o nascimento. O vitelo nasce com todos os componentes imunológicos presentes, embora o animal nunca tenha sido exposto a antigénios. Os Ac maternos não atravessam a placenta bovina, a qual se caracteriza por ser cotiledonar e epiteliocorial, daí a ingestão de colostro ser primordial para a saúde do neonato (Arthur et al., 2001; Peter, 2013; Chase & Parrenõ, 2022).

O manejo correto e a vacinação das vacas pré-parto garantem níveis de Ac adequados nos vitelos. A vacinação dos neonatos levanta uma série de complicações devido à persistência de níveis elevados de Ac maternos, fatores hormonais relacionados com o colostro e com o próprio animal, e a ausência de imunocompetência completa. A utilização de vacinas vivas

modificadas através das mucosas diminui a interferência com os Ac maternos, assim como o uso de adjuvantes também pode minimizar (Chase & Parrenõ, 2022).

1.3. Etiologia do Complexo Respiratório Bovino

A etiologia do CRB é multifatorial, que é o resultado de uma variedade de fatores fisiológicos, ambientais, de manejo e infecciosos. Estes elementos trabalham em conjunto para inibir e esgotar os sistemas imunitários do efetivo vulnerável (Edwards, 2010b; Peek et al., 2018; Dubrovsky et al., 2019). Conseqüentemente, uma das causas infecciosas mais frequentes de morbidade e mortalidade em vitelos leiteiros e de carne é o CRB (Stanton et al., 2010; Windeyer et al., 2012; Wilson et al., 2017; Chamorro & Palomares, 2020).

CRB é o termo utilizado para caracterizar a entidade clínica da broncopneumonia e outras doenças respiratórias em vitelos e bovinos adultos que são causadas por uma panóplia de fatores. Uma vez que as doenças respiratórias causam uma quantidade significativa de perdas financeiras na indústria pecuária, representando 22,5 e 46,5%, respectivamente, da mortalidade das novilhas leiteiras antes e depois do desmame, é crucial controlar o CRB em vitelos leiteiros (Love et al., 2016).

A nível mundial, as infecções respiratórias bovinas tornaram-se mais comuns e graves, e são a principal questão econômica que afeta os vitelos (Gulliksen et al., 2009). Uma condição grave que afeta as novilhas de substituição de leite é o CRB. A probabilidade de contrair esta doença pode variar de 2 a 39% (Van Donkersgoed et al., 1993; Gulliksen et al., 2009). Em comparação com os restantes vitelos da manada, os vitelos tratados com CRB têm taxas de sobrevivência e crescimento mais baixas (Rossini, 2004).

O vírus respiratório sincicial bovino (BRSV), o herpesvírus bovino Tipo 1 (BHV-1), o vírus da diarreia viral bovina (BVD) e o vírus da parainfluenza Tipo 3 (PI-3) estão entre os agentes virais que podem estar associados ao CRB (Fulton, 2009; Windeyer et al., 2012). Os agentes patogênicos bacterianos com maior importância são *Mannheimia haemolytica* Tipo A1, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni* e *Mycoplasma bovis* (Fulton, 2009; Griffin et al., 2010). Independentemente dos fatores desencadeantes, pensa-se que a *Mannheimia haemolytica* seja o principal agente patogênico bacteriano associado ao CRB. Muitos fatores, incluindo *stress* e potenciais infecções virais ou parasitárias que inibem o sistema imunitário do hospedeiro e permitem que estas bactérias se multipliquem rapidamente nas vias respiratórias superiores, contribuem para a patogênese (Yates, 1982; Griffin et al., 2010; Stanton et al., 2010). Através de alterações nas superfícies mucosas que facilitam a adesão das bactérias às células infetadas pelo vírus e supressão do sistema imunitário, a colonização subsequente acontece mais rapidamente em locais onde o vírus causou erosão da mucosa do que em áreas onde esta se encontra intacta (Panciera & Confer, 2010).

Os sintomas típicos de infeções respiratórias do TRS, como a rinite, incluem a presença de secreções oculares e nasais. Por outro lado, pode ser difícil identificar infeções do TRI no início do curso da doença. Além disso, a intensidade das infeções do TRS e TRI podem ser diferentes. A observação de sinais clínicos é a forma mais comum de identificar animais que necessitem de terapia, apesar da variedade de apresentações. Os critérios precisos utilizados para identificar o CRB, no entanto, são subjetivos e altamente variáveis entre os próprios animais, o agente causador e a experiência clínica dos observadores, resultando em efeitos prejudiciais para o bem-estar animal e antibioterapia desnecessária (Love et al., 2014).

Embora as doenças respiratórias possam afetar bovinos de qualquer idade e fase da produção, vitelos de carne pré-desmamados com menos de cinco meses de idade, vitelos de leite com menos de três meses de idade e vitelos de carne por volta da altura do desmame, entre os cinco e oito meses de idade, sofrem as maiores perdas económicas relacionadas com o CRB (Chamorro & Palomares, 2020).

Fatores distintos afetam a forma como a doença clínica se manifesta em cada grupo de animais. O *stress* e a imunossupressão são fatores de risco significativos para o desenvolvimento do CRB, assim como FTPI, o transporte, alterações alimentares e as falhas das medidas de biossegurança (Fulton, 2009; Smith, 2014; Cockcrof, 2015). A combinação de animais de várias origens e a mistura de vários grupos etários resulta tipicamente num aumento da carga patogénica. O *stress* diminui a capacidade do organismo combater infeções, pois há libertação de cortisol, que suprime o sistema imunitário. Castração, descorna, manipulação e desmame são exemplos de estímulos que induzem *stress* (Cockcrof, 2015).

Dependendo do agente patogénico causal, a morte por CRB pode ocorrer dentro de 24-36 horas após o início dos sinais clínicos. A infeção pode progredir para uma fase crónica, resultando em fibrose pulmonar extensa e permanente, aderências e abscessos, bem como um declínio da função. Para reduzir estas alterações negativas, é crucial identificar e tratar o CRB precocemente (Cockcrof, 2015).

O tratamento precoce deverá reduzir a hipótese de mortalidade dos casos, embora esta doença possa ser dispendiosa. As despesas associadas ao CRB a curto prazo incluem mão-de-obra para a identificação e tratamento da doença, despesas veterinárias, redução do desempenho e o custo de substituição de animais que morrem durante a doença clínica. Devido aos poucos registos de doenças que são frequentemente mantidos para as novilhas, os custos a longo prazo do CRB são provavelmente subestimados. Os efeitos do CRB no crescimento, sobrevivência e produtividade, no entanto, foram avaliados em diversos estudos. Estes identificaram uma variedade de custos a longo prazo, incluindo uma maior probabilidade de morte antes do parto, crescimento mais lento, primeiro parto numa idade mais avançada, e um maior risco de distocia (Stanton et al., 2012).

Nos bovinos de leite, o CRB pode ocorrer como uma doença endêmica, comumente conhecida como “pneumonia enzoótica bovina” e que afeta vitelos com idades entre 2 semanas e 5 meses, ou como surtos sazonais, que podem ocorrer em vitelos com idades até aos 15 meses. O CRB ocorre principalmente no inverno e pode afetar até 80-90% do efetivo jovem, com uma taxa de mortalidade que pode chegar aos 30% (Timsit & Woolums, 2022).

Em bovinos de carne, o CRB ocorre principalmente durante os primeiros 50 dias após vários fatores stressantes, como o desmame, o transporte e a sua concentração com vários animais de origens diferentes em operações de recria, o que explica porque é frequentemente denominado "febre do transporte". Verifica-se que, dependendo da origem do efetivo, da sua idade, do seu estado imunológico e do estatuto sanitário da exploração de origem, a morbidade pode variar de 0% a 70%, e a mortalidade de 0,5% a 25%. No entanto, o CRB também pode ocorrer em vitelos de carne antes do desmame principalmente em dois períodos críticos, que correspondem aos primeiros 20 dias após o nascimento, o que está provavelmente relacionado com falha na transferência passiva da imunidade (FTPI), e entre 70 e 100 dias após o nascimento, o que está presumivelmente relacionado com a diminuição natural dos Ac maternos (Timsit & Woolums, 2022).

1.4. Formas de diagnóstico do CRB

Os bovinos, como animais que na natureza são presas, escondem ou mascaram naturalmente os sinais clínicos de doença para se protegerem. Isso torna a deteção de doenças subclínicas um desafio no diagnóstico veterinário. Detetar os animais que apresentam os primeiros sinais clínicos da doença constitui a fase inicial do diagnóstico, sendo este reconhecimento precoce dependente da capacidade e experiência do Médico Veterinário (MV) e/ou do técnico da exploração para a sua identificação (Edwards, 2010).

Apesar da relevância da doença, a deteção precoce é dificultada pela utilização de formas de diagnóstico que são ineficazes para a previsão de pneumonia na faixa etária dos vitelos antes do desmame. O uso prolongado de antibióticos, uma elevada taxa de recorrência e o aparecimento de sequelas irreversíveis, incluindo abscessos pulmonares, otites, e problemas endêmicos do rebanho, são consequências do diagnóstico tardio. A pneumonia subclínica, clínica e crónica de vitelos afeta negativamente o crescimento, fertilidade, produção de leite e longevidade dos vitelos leiteiros e novilhas, tendo também grandes repercussões económicas associadas (McGuirk, 2008).

O estabelecimento de uma lista de diagnósticos diferenciais, a seleção de testes complementares de diagnóstico e a escolha de amostras são possíveis devido a anamneses completas. O diagnóstico do CRB é estabelecido pela combinação dos sintomas clínicos associados aos resultados dos testes complementares. Contudo, a obtenção de um diagnóstico etiológico definitivo é difícil, uma vez que, normalmente, coexistem várias infeções e não apenas

uma infecção única e isolada (Cooper & Brodersen, 2010). Deve entender-se que a maioria dos agentes infecciosos tem uma distribuição ubiqüitária e que, ao longo da sua vida, os bovinos são frequentemente expostos a numerosas infecções virais e bacterianas comuns (Edwards, 2010).

Diversas técnicas podem ser utilizadas para confirmar doenças respiratórias. No entanto o teste *gold standard* para diagnosticar o CRB é a necropsia. A ecografia torácica e a radiografia são duas modalidades de imagem que podem ser utilizadas para diagnosticar o CRB *ante mortem*, mas dependem de tecnologia dispendiosa que necessita de mão-de-obra especializada para a realizar e interpretar (Masseau et al., 2008; Abutarbush et al., 2012). Embora disponíveis para diagnóstico *ante mortem* de CRB, os procedimentos de diagnóstico molecular e bioquímico, tais como *Polimerase Chain Reaction* (PCR) e cultura em meio seletivo, respetivamente, implicam um custo elevado e podem ser incapazes de produzir resultados a tempo de executar o tratamento no animal afetado (Cooper & Brodersen, 2010).

1.4.1. Sistemas de sinais clínicos

Os sintomas clínicos do CRB podem incluir depressão, anorexia, letargia, dispneia, corrimento nasal, espelho seco, orelhas caídas e pelo baço (Edwards, 2010a).

Os sistemas de pontuação clínica têm sido utilizados numa série de aplicações humanas e veterinárias para avaliar a saúde e o prognóstico dos pacientes através da rápida recolha de informação destes. Aos sintomas clínicos são atribuídos valores por sistemas de pontuação, e a pontuação combinada é calculada. A pontuação global do paciente deve refletir o seu risco ou probabilidade de desenvolver uma doença. Com o objetivo de melhorar o desempenho da pontuação e assegurar que pontuações semelhantes impliquem perigos semelhantes, as pontuações devem ser ponderadas utilizando metodologias objetivas que utilizem dados clínicos. Não devem ser incluídos indicadores clínicos que sejam difíceis de avaliar com precisão ou que necessitem de técnicas de medição dispendiosas ou demoradas (Sullivan et al., 2004).

Thomas et al. (1977) criaram a primeira pontuação que foi publicada como um instrumento de investigação para categorizar objetivamente a gravidade do CRB em vitelos que tinham sido experimentalmente inoculados com BRSV ou BVDV. Devido ao facto deste sistema de classificação requerer observações específicas da pré-inoculação que estudam 17 variáveis, a pontuação descrita não é adequada para o trabalho de campo.

A Universidade de Wisconsin propôs, em 2008, um novo sistema de classificação em que cada vitelo é identificado e avaliado, sendo denominado *Calf Respiratory Scoring Criteria* (CRSC) presente no Anexo 1 (McGuirk, 2008). O sistema CRSC avalia cinco sinais clínicos, sendo estes temperatura retal, corrimento nasal, tosse induzida ou espontânea, posição das orelhas/cabeça e descarga ocular. Para cada um dos parâmetros é atribuída uma classificação de 0 a 3, em função da presença ou ausência no paciente e da sua gravidade. O vitelo é

considerado positivo se o total dos pontos para tosse, temperatura retal, descarga nasal, e o valor mais alto da descarga ocular ou avaliação da posição das orelhas e cabeça exceder 5 (Love et al., 2016). Esta forma de avaliação da saúde dos vitelos tem sido amplamente utilizada como uma ferramenta na análise de animais doentes. Se o vitelo obtém uma pontuação igual ou superior a 5, o tratamento é aconselhado devido à alta probabilidade de CRB, e com uma pontuação de 4 pontos, a monitorização do animal é recomendada. Os vitelos com uma pontuação igual ou inferior a 3 são considerados saudáveis (Buczinski et al., 2014). Quando o efetivo não excede os 20 vitelos, deve avaliar-se individualmente cada animal e, em efetivos maiores deve selecionar-se aleatoriamente uma amostra representativa de até 50 animais. A pontuação é baseada nos critérios anteriormente mencionados e, após os exames, a taxa de deteção é calculada dividindo o número de vitelos com pontuação respiratória superior a 4 pelo número de vitelos em tratamento para doenças respiratórias (McGuirk, 2008).

O sistema da Califórnia emprega seis sinais clínicos, nomeadamente tosse espontânea, descarga nasal, descarga ocular, temperatura retal ($>39,2^{\circ}\text{C}$), posição da cabeça e das orelhas e alterações no padrão respiratório (taquipneia ou dispneia). Cada sinal clínico é classificado em apresentações normais e anormais, ao contrário do sistema CRSC, e às apresentações anormais é dado um valor distinto entre 2 e 5. O total de pontos para cada um dos seis sinais clínicos é somado, e se o resultado for 5 ou superior, o vitelo é considerado positivo no teste do CRB de acordo com este sistema (Love et al., 2016).

Com o objetivo de identificar bovinos de aptidão cárnica em confinamentos que necessitam de tratamento para o CRB, foi criado um terceiro método chamado DART (Depressão, Appetite, Respiração e Temperatura) (Van Engen et al., 2019).

Um estudo realizado nos Estados Unidos da América forneceu informações sobre a probabilidade de vitelos com CRB concluírem o ciclo de produção. As temperaturas retais são um componente comum nos protocolos de monitorização da saúde dos vitelos e frequentemente influenciam as decisões de tratamento. É importante notar que as temperaturas retais dos bovinos apresentam um padrão diurno e estão positivamente relacionadas com a temperatura ambiente. Apesar disso, ainda não se encontrou um valor específico que possa ser utilizado como um indicador definitivo para se iniciar o tratamento do CRB (Theurer et al., 2014).

1.4.2. Auscultação torácica

A auscultação torácica tem sido descrita em medicina veterinária como um componente crucial na avaliação do trato respiratório dos ruminantes. Durante a respiração, a turbulência e a velocidade do fluxo de ar nas principais vias respiratórias causam sons pulmonares normais. Os sons pulmonares adventícios, produzidos em casos de pneumonia, são tipicamente descritos como crepitações e sibilos. Nas vias respiratórias em constrição, a turbulência do ar causa

sibilos. Quando estão presentes secreções mucopurulentas na árvore respiratória em casos de broncopneumonia, as crepitações consistem em sons de curta duração como resultado de uma abertura abrupta das vias respiratórias obstruídas. A ausência dos sons pulmonares típicos é também vista como patológica (McGuirk et al., 1986).

Tanto para os produtores como para os veterinários, continua a ser difícil fazer um diagnóstico *ante-mortem* preciso de broncopneumonia em vitelos (Leruste et al., 2012). A anorexia, a depressão, as descargas nasais e oculares, a tosse e a posição das orelhas são indicadores visuais comuns de doença respiratória utilizados pelos produtores para diagnosticar a broncopneumonia, quer esteja ou não presente uma temperatura retal elevada. Este método de diagnóstico, contudo, carece frequentemente de sensibilidade (Se) e especificidade (Sp). Para aumentar a sua precisão, foram desenvolvidas várias classificações de exame clínico, com diferentes graus de eficácia (McGuirk, 2008; Buczinski et al., 2014, 2015).

Quando um profissional veterinário efetua uma auscultação torácica, os sons pulmonares patológicos, tais como dispneia, crepitações, sibilos ou ausência de sons respiratórios, são utilizados para diagnosticar a broncopneumonia. A auscultação torácica é rápida e simples de fazer no terreno, mas como os sons pulmonares patológicos também podem surgir noutras situações para além da doença respiratória, a exatidão da auscultação torácica para o diagnóstico da broncopneumonia pode ser posta em causa (Buczinski et al., 2016). Num estudo realizado no Canadá, foi possível concluir que a auscultação torácica pode constituir uma melhoria relativamente à utilização de um exame clínico isolado. No estudo, a auscultação detetou 33 vitelos que tinham consolidação pulmonar na UST, mas que eram negativos quando examinados através do exame clínico usando o sistema de pontuação CRSC. A sua elevada taxa de sucesso no diagnóstico da pneumonia deve-se ao facto dos sons brônquicos aumentados serem tipicamente os primeiros e mais prevalentes sons pulmonares patológicos que se desenvolvem em animais com doença respiratória. Em conclusão, a auscultação teve uma Se de 72,9% e uma Sp de 53,3% para diagnosticar a broncopneumonia. A adição da UST à auscultação melhorou significativamente a exatidão do diagnóstico de broncopneumonia e, por conseguinte, deve ser promovida entre os veterinários. Um estudo anterior com vitelos leiteiros constatou que a Se da auscultação pulmonar para diagnosticar broncopneumonia (definida como consolidação pulmonar de um centímetro ou superior identificada por ultrassonografia) foi de apenas 5,9%. Esta aparente contradição foi explicada pela inclusão de sons brônquicos na interpretação dos sons pulmonares na presente investigação, enquanto apenas crepitações, sibilos ou a ausência de sons respiratórios foram considerados anormais no estudo anterior (Buczinski et al., 2016).

1.4.3. Testes imagiológicos

A UST é outro método de diagnóstico que os MV podem utilizar para identificar a broncopneumonia. Este método encontra evidências de constrictões pulmonares próximas à pleura, causadas por inflamação e acumulação de fluidos no parênquima pulmonar. Dependendo da experiência do operador, a UST pode ser realizada no campo e de forma rápida, levando poucos minutos por vitelo. No entanto, a UST não é frequentemente utilizada pelos veterinários devido à necessidade de treino e equipamento especializado, como ecógrafo portátil. Isto pode limitar sua aplicação em algumas situações, embora seja uma técnica valiosa para identificar a broncopneumonia de forma não invasiva (Buczinski et al., 2016). A UST será novamente abordada no capítulo seguinte.

A radiografia torácica é um método útil e não invasivo para avaliar a integridade do TRI. Um estudo realizado no Canadá que reuniu 42 vacas e avaliou lesões torácicas através de radiografia, posteriormente confirmadas por necropsia, concluiu que este método possuía uma Se de 94% e Sp de 50%. Devido à radiopacidade da escápula, as radiografias neste estudo foram consideradas menos sensíveis na detecção de lesões torácicas na secção cranioventral dos lobos pulmonares, onde se encontram os lobos mais frequentemente afetados (Masseau et al., 2008). Em Medicina Veterinária, a radiografia é considerada mais eficaz do que a ultrassonografia na identificação de doenças difusas do parênquima pulmonar, como enfisema pulmonar, edema, pneumonia intersticial e processos neoplásicos ou granulomatosos difusos, além de outras alterações localizadas profundamente no tecido pulmonar (Flöck, 2004).

A tomografia computadorizada (TC) é uma técnica útil para a avaliação de estruturas anatómicas, que utiliza uma elevada resolução espacial e uma diferenciação moderada do contraste dos tecidos. As desvantagens desta técnica incluem a necessidade de equipamento de elevado custo e a reduzida disponibilidade da sua utilização em meio agrícola (Barbagianni & Gouletsou, 2023).

A toracoscopia é uma técnica complementar acessível que permite avaliar processos intratorácicos através do uso de endoscópios flexíveis inseridos segundo uma abordagem dorsal com os animais em pé. Embora ofereça várias vantagens, como ser minimamente invasiva e permitir a recolha de amostras de tecido, as principais desvantagens incluem hemorragia, trauma em estruturas adjacentes na cavidade torácica, enfisema subcutâneo e pneumotórax subclínico. A toracoscopia demonstrou ser uma técnica exploratória fácil, segura e rápida que pode ser aplicada em condições de campo a animais afetados pelo CRB (Perez-Villalobos et al., 2017).

1.4.4. Termografia infravermelha

A termografia é uma técnica de diagnóstico não invasiva amplamente utilizada, baseada na lei de Stefan-Boltzmann, que estabelece que todos os objetos emitem energia eletromagnética proporcional à sua temperatura por condução, convecção e radiação (Polat et

al., 2010). No contexto médico-veterinário, a termografia é especialmente relevante para a identificação de padrões térmicos anormais em animais. Cerca de 60% da dissipação de calor num animal ocorre por radiação, tornando esse aspeto particularmente importante para a regulação térmica do organismo (Schaefer et al., 2007). A temperatura da superfície de um mamífero é influenciada por diversos fatores, tais como a espessura, densidade e qualidade dos pelos que cobrem o corpo, podendo variar entre indivíduos e estações do ano. Os pelos atuam como isolante térmico, auxiliando na regulação da temperatura corporal. Ao utilizar a termografia para diagnóstico em animais, é importante considerar todos esses fatores, assim como o ambiente para obter avaliações precisas e confiáveis (McCafferty, 2007). O processo envolve o uso de um termógrafo, equipamento que capta a radiação infravermelha emitida e, com base nessas informações, cria uma imagem térmica representativa das variações de temperatura (Polat et al., 2010). Essas imagens podem fornecer informações valiosas sobre possíveis afeções de saúde, como inflamações, lesões musculares, problemas circulatórios e disfunções metabólicas. Este método é extremamente útil, uma vez que as medições podem ser realizadas sem perturbar o animal, a curta ou longa distância, dependendo do tipo de instrumento e da aplicação (McCafferty, 2007).

1.4.5. Testes laboratoriais

Um dos pilares fundamentais dos programas de gestão de antimicrobianos é a utilização do apoio ao diagnóstico através de análises laboratoriais (de With et al., 2016). Do ponto de vista científico, no entanto, existem poucas provas de que a utilização rotineira de diagnósticos laboratoriais, em particular o antibiograma, conduza à seleção de uma terapêutica de primeira escolha diferente, em comparação com uma decisão empírica preferencialmente tomada de acordo com as recomendações (baseadas na evidência), em particular nos bovinos. A resistência antimicrobiana nas bactérias do trato respiratório dos bovinos está presente e varia entre os sistemas intensivo, misto e extensivo. Os níveis de resistência são geralmente mais baixos em efetivos de leite e carne fechados e substancialmente mais preocupantes nas explorações de vitelos, onde o uso indiscriminado de terapêuticas orais é frequentemente utilizado (Catry et al., 2016; Timsit et al., 2017).

1.4.5.1. Tipos de amostras e métodos de amostragem

Para efeitos de interpretação dos resultados dos testes, o local de amostragem do trato respiratório escolhido é crucial (Pardon & Buczinski, 2020). De um modo geral, as zaragatoas nasais, que recolhem principalmente amostras da mucosa nasal, são pouco úteis para o diagnóstico de infeções. Em contrapartida, os esfregaços nasofaríngeos profundos (ENP) recolhem amostras mais representativas do epitélio respiratório e do epitélio linfóide da nasofaringe. A maioria das amostras polimicrobianas (>80%) recuperadas das zaragatoas

nasofaríngeas representam, no entanto, o maior desafio para a interpretação clínica quando apenas são recolhidos agentes patogénicos oportunistas (Van Driessche et al., 2017). O facto de não recolherem diretamente amostras do TRI é o seu maior inconveniente. Apesar de alguns resultados contraditórios, estudos anteriores mostraram, em geral, que, para a maioria dos agentes patogénicos, existe uma associação entre os resultados dos ENP e a lavagem transtraqueal (LT) ou a lavagem broncoalveolar (LBA) (Allen et al., 1991; Godinho et al., 2007; Doyle et al., 2017; Van Driessche et al., 2017). As complicações da ENP são raras e incluem hemorragia nasal e fratura da haste da zaragatoa. Esta última não tem consequências nefastas, uma vez que o animal evacua a parte restante da zaragatoa, quer espirrando quer deglutindo. Os métodos de amostragem transtraqueal, que dependem da perfuração da traqueia com uma agulha ou cateter após a preparação cirúrgica da pele, foram desenvolvidos para contornar o problema da contaminação nasal. No passado, foram utilizadas zaragatoas transtraqueais, mas atualmente o aspirado e a LT são utilizados com mais frequência. Uma LT requer a instilação de fluido, bem como uma aspiração imediata, através da introdução do equipamento na traqueia até à bifurcação brônquica, ao passo que uma aspiração transtraqueal (AT) aspira apenas o muco existente no trato respiratório. Em Medicina Veterinária, é geralmente aceite que a LT é preferível para a bacteriologia e a LBA para a citologia. Para melhorar o conforto do animal durante o processo, pode ser aplicado anestésico local no local da punção e o animal pode ser sedado. Na LBA recorre-se normalmente a um endoscópio flexível ou cateter de LBA que é inserido através do nariz e da traqueia até chegar a um brônquio maior ou menor, dependendo do diâmetro do cateter, onde é depositada solução salina estéril, normalmente 60 ml em vitelos, que é imediatamente aspirada. A LBA é normalmente efetuada através de endoscopia, tal como na medicina humana. A principal vantagem é a capacidade de recolher amostras de um lobo pulmonar específico que tenha sido previamente identificado como doente por radiografia ou ultrassonografia. As principais desvantagens do endoscópio são os seus elevados custos de funcionamento e a possibilidade de danificar o equipamento em ambientes agrícolas (Pardon & Buczinski, 2020). Na LBA sem recurso ao endoscópio, o vitelo deve ser devidamente imobilizado, com a cabeça fixa e o focinho direcionado para cima, de modo a facilitar a introdução do tubo na traqueia (Van Driessche et al., 2016).

O tempo de resposta tem de ser tão breve quanto possível, idealmente menos de um dia, de modo a permitir a utilização dos resultados do teste de diagnóstico direcionados para iniciar a terapia ou medidas de controlo (Pardon & Buczinski, 2020).

Relativamente aos testes de diagnóstico, os mais comumente utilizados são a serologia, cultura microbiana, *Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time of Flight Mass Spectrometry*, PCR e, mais recentemente, *Next-Generation and Third-Generation Sequencing*. Os testes serológicos podem ser utilizados para identificar o estado de proteção de uma exploração, orientar as campanhas de vacinação e avaliar a dinâmica da infeção a uma escala mais alargada. No entanto, uma vez que implica duas colheitas com três semanas de intervalo

(tempo mínimo para a seroconversão), não são adequados para uma terapia direta urgente. Além disso, a imunidade materna transita facilmente para a imunidade adquirida na família oportunista das *Pasteurellaceae*, sem quaisquer sintomas de doença ou seroconversão (Prado et al., 2006).

A cultura microbiana é um método frequentemente utilizado na identificação de bactérias. A sua utilização apresenta algumas vantagens importantes, permitindo a realização de testes de sensibilidade aos antibióticos (TSA), de baixo custo. No caso de *Mycoplasma*, são necessários meios de cultura específicos, os quais permitem o crescimento excessivo de microrganismos fastidiosos, nomeadamente *Histophilus somni*, podendo resultar em falsos negativos. Para as bactérias envolvidas no CRB, a Se e Sp das respetivas culturas ainda não foram determinadas (Van Driessche et al., 2017; Parker et al., 2018; Pardon & Buczinski, 2020).

Os diagnósticos de rotina foram transformados durante os últimos anos pelo *Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time of Flight Mass Spectrometry*, que distingue as bactérias com base nos seus perfis proteicos. Este método apresenta custos reduzidos e é sobretudo utilizado para identificar bactérias. Adicionalmente, permite avaliar a suscetibilidade em apenas 3 horas, superando os TSA (Van Driessche et al., 2018; Spergser et al., 2019).

Atualmente, o PCR é amplamente utilizado para o diagnóstico do CRB. As principais causas são o facto de o PCR multiplex ou vários PCR simples permitirem a deteção de numerosas bactérias e vírus, dando aos profissionais uma perspetiva mais ampla dos agentes patogénicos presentes e, conseqüentemente, mais alternativas para uma melhor terapia, controlo e prevenção. Ao contrário da cultura microbiana convencional, é possível encontrar vírus e bactérias vivos, metabolicamente ativos e fastidiosos, mas não cultiváveis (Dickson et al., 2014). No entanto, ao contrário dos métodos de sequenciação, são necessários *primers* específicos e o agente patogénico de interesse tem de ser previamente identificado. Conseqüentemente, o diagnóstico pode ser distorcido e produzir resultados falso negativos. Outro problema é a rápida evolução dos genomas virais, que torna difícil descobrir os vírus de interesse utilizando os *primers* atuais. O PCR é normalmente dispendioso, mas as despesas podem ser reduzidas reunindo amostras (ENP, LT OU LBA) e efetuando um diagnóstico de grupo. Nos estudos atualmente disponíveis, ficou provado que a utilização de amostras de 5 animais aumentam a precisão do diagnóstico a nível do grupo (O'Neill et al., 2014; Pardon et al., 2020). A maior desvantagem do PCR é a dificuldade de interpretação, uma vez que pode identificar agentes patogénicos mortos, oportunistas atualmente não envolvidos na infeção, e contaminantes, nenhum dos quais significa um resultado do teste clinicamente significativo (Angen et al., 2009).

Next-Generation e Third-Generation Sequencing conseguem detetar vários agentes simultaneamente, sem que seja necessário escolher previamente quais os agentes patogénicos a testar. No entanto, o custo desta técnica e o longo período de espera são desvantagens a ter em conta (Mitra et al., 2016; Zhang et al., 2019).

1.4.6. Biomarcadores

Diversos biomarcadores têm sido estudados para verificar a possibilidade de diagnosticar o CRB numa fase mais precoce da doença, assim como distinguir vitelos doentes dos saudáveis (Aich et al., 2009). Além disso, os biomarcadores foram avaliados quanto à sua fiabilidade para determinar a necessidade de tratamento e para prever os resultados da doença nos vitelos (Aich, et al., 2009; Buczinski, et al., 2015). As proteínas da fase aguda (APPs), como a amiloide sérica A, haptoglobina e fibrinogénio, aumentam durante a infeção, sendo biomarcadores importantes na deteção do CRB (Wittum et al., 1996; Burciaga-Robles et al., 2009). Além das APPs, biomarcadores associados ao *stress* e inflamação, incluindo cortisol, substância P, lactato, citocinas pró-inflamatórias e metabólitos sanguíneos, também foram abordados em vários estudos. Para prever o risco de doença e detetar precocemente, também se podem recorrer a métodos ómicos, que englobam biomarcadores transcriptómicos, metabolómicos e proteómicos (Blakebrough-Hall et al., 2020; Sun et al., 2020), assim como biomarcadores não sanguíneos, através de análises respiratórias de gases exalados como CO_2 e N_2O ou pela deteção de anexina 1 e 2 na LBA (Li et al., 2022).

1.5. Ecografia pulmonar

Nos últimos anos, a Medicina Veterinária tem utilizado cada vez mais a ecografia como método de diagnóstico. A ultrassonografia foi inicialmente utilizada na medicina bovina para examinar o trato reprodutivo, mas recentemente foram documentadas inúmeras novas utilizações. Com equipamento portátil e não invasivo, a imagiologia por ultrassons tem uma vantagem sobre a radiologia, na medida em que oferece uma resolução de contraste superior e pode adquirir imagens de cortes de órgãos em vários planos em tempo real (Blond & Buczinski, 2009).

Recentemente assistiu-se ao desenvolvimento de métodos de pontuação clínica para melhorar o diagnóstico precoce e preciso de bovinos jovens infetados pelo CRB. Embora úteis, estes sistemas de pontuação não conseguem distinguir entre doenças das vias aéreas superiores e inferiores ou detetar vitelos com pneumonia subclínica. O diagnóstico *ante-mortem* da pneumonia é possível utilizando radiografia, TC e ultrassonografia (Ollivett & Buczinski, 2016).

Devido a limitações do equipamento físico, custos elevados, a necessidade de anestesia, e a possibilidade de exposição à radiação, radiografia e TC não são viáveis para o diagnóstico de pneumonia num grande número de vitelos numa exploração. Contudo, a UST pode ser realizada com equipamento portátil e facilmente acessível, sem causar preocupação com a exposição à radiação (Ollivett & Buczinski, 2016).

1.5.1. Revisão de imagem ecográfica

As imagens são criadas de acordo com a propagação de ultrassons dentro dos tecidos (Blond & Buczinski, 2009). A interação complexa entre os fenómenos de reflexão, dispersão e absorção das ondas sonoras nos tecidos resulta em padrões distintos em termos de ecotextura e ecogenicidade que caracterizam cada tipo de tecido. A ecotextura refere-se ao padrão de pontos visíveis na imagem obtida do tecido ou órgão e pode ser caracterizada como homogénea, com pontos de tamanho e espaçamento uniformes, ou heterogénea, com pontos de tamanho e espaçamento variados. A ecogenicidade de um tecido refere-se à sua capacidade de refletir as ondas sonoras e pode ser categorizada como hipocogénico quando se refere a um tecido menos brilhante do que os tecidos circundantes, hipercogénico quando aparece mais brilhante do que os tecidos circundantes, isoecogénico quando o brilho do tecido é igual ao dos tecidos vizinhos e anecogénico quando um tecido não apresenta brilho. A ecogenicidade de um tecido também pode ser classificada quanto à sua uniformidade, podendo ser homogénea com brilho uniforme ou heterogénea com brilho não uniforme (Ohlerth, 2011). É importante destacar que qualquer distorção na imagem de ultrassom que não represente uma estrutura real é considerada um artefacto. Conhecimento e compreensão desses artefactos por parte do operador são cruciais para evitar erros na interpretação das imagens (Babkine & Blond, 2009).

Os cristais piezoelétricos no transdutor do dispositivo produzem um impulso ultrassónico, que faz com que as ondas sejam transmitidas, atenuadas e refletidas pelos tecidos. A intensidade do sinal de ultrassom varia de acordo com as características dos tecidos, o que fornece informações sobre a sua localização e as suas propriedades. Esta informação é depois processada em imagens numa escala de cinzentos, que são a base da tecnologia de ultrassons, apesar de quase toda a energia ser refletida de volta (Babkine & Blond, 2009; Arora & Karim, 2022).

As imagens ultrassonográficas são frequentemente avaliadas no modo B (brilho), que apresenta os componentes da imagem numa escala de cinzentos. A amplitude dos ecos que são refletidos determina o grau de cinzento e o brilho dos pontos na imagem. Um impulso ultrassónico pode produzir vários ecos quando é refletido por duas ou mais estruturas altamente refletoras na direção do feixe sonoro, sendo este fenómeno conhecido como artefacto de reverberação. A reverberação externa é causada principalmente pelo ar entre a sonda e a pele, ao passo que a reverberação interna é normalmente causada por refletores como o gás intestinal e os ossos. Este artefacto é identificado pelo desenvolvimento de múltiplas linhas hipercogénicas, uniformemente espaçadas e com atenuação gradual (Blond & Buczinski, 2009).

1.5.2. Ecografia do Trato Respiratório Bovino

Devido à utilização da endoscopia, a ultrassonografia do TRS em bovinos é menos comum, no entanto, pode ser útil no exame de massas, tais como abscessos nos tecidos moles em torno da laringe e da traqueia (Babkine & Blond, 2009).

Foram realizados numerosos estudos e publicações sobre o TRI, nomeadamente a ultrassonografia da pleura e dos pulmões em bovinos. Pequenas quantidades de efusão pleural, lesões pulmonares superficiais ou consolidação, atelectasia pulmonar e pneumotórax podem ser detetados e caracterizados com a sua ajuda (Reinhold et al., 2002; Flöck, 2004). Um exame ultrassonográfico pode, por vezes, aumentar a precisão de um exame radiográfico. Isto é especialmente verdade para a porção cranioventral do tórax, onde os tecidos moles, os ossos e o perfil cardíaco se sobrepõem, tornando as radiografias desta área mais difíceis de interpretar (Jung & Bostedt, 2004).

1.5.2.1. Ecografia pulmonar: Prós e contras

Uma elevada proporção de animais com pneumonia lobar, que afete mais de um lobo no primeiro tratamento, sugere um atraso na deteção e justifica formação adicional, assim como revisão do protocolo de manejo da exploração. Normalmente, associado a um elevado número de pneumonias subclínicas graves está a deteção deficiente, protocolo terapêutico inadequado, nutrição inconsistente e desafios ambientais significativos, assim como a precaridade das instalações e densidade animal superior ao recomendado. Mesmo em instalações modernas com densidade de animais adequada, foi observada uma prevalência de pneumonia subclínica excessivamente elevada em grupos de animais com deteção deficiente, que deveria ser superior a 85% (Ollivett & Buczinski, 2016b).

Consolidação, fibrose, efusão e abscesso podem ocorrer durante um episódio pneumónico do CRB como resultado de lesão pulmonar causada pelo próprio vírus e/ou bactérias ou pela resposta imunitária (Panciera & Confer, 2010).

A ecografia torácica é um dos métodos mais especializados de deteção do CRB, que permite ao operador visualizar a superfície do pulmão. Em contraste com a necropsia, a ultrassonografia pode ser usada em vida como um método de diagnóstico objetivo para identificar lesões pulmonares causados pelo CRB (Braun et al., 1997; Rabeling et al., 1998; Flöck, 2004).

Num estudo realizado na Alemanha, a Se e Sp da técnica para a deteção de broncopneumonia foram calculadas em 85% e 98%, respetivamente, examinando do 11º ao 3º espaço intercostal (EIC), em ambos os lados, segundo um sistema de classificação com 6 categorias (Rabeling et al., 1998). Num estudo posterior, Buczinski et al. (2015) concluíram que a UST tinha uma Se de 79,4% e uma Sp de 93,9% para a deteção de CRB em vitelos, considerando-se positivos os animais que apresentavam consolidação do parênquima pulmonar

com mais de 1 cm. Num terceiro estudo com 24 vitelos, a ultrassonografia obteve uma Se e Sp de 94% e 100%, respetivamente. O aspeto cranial do pulmão cranial direito foi avaliado neste estudo, o que justifica os valores superiores comparativamente com os restantes. Pelo menos em vitelos jovens, a inclusão por rotina deste exame pulmonar cranial poderia aumentar a Se sem aumentar significativamente a carga de trabalho ou a probabilidade de resultados falsos positivos (Ollivett et al., 2013).

O momento do diagnóstico e tratamento da pneumonia, a resposta do animal à medicação e o tipo de agente patogénico envolvido afetarão o tempo que as lesões permanecerão nos pulmões (Adams & Buczinski, 2016).

Num estudo desenvolvido por Ollivet et al. (2013), em que vitelos foram inoculados via intratraqueal com *Mannheimia haemolytica* e a consolidação pulmonar foi acompanhada ao longo do tempo, foi possível averiguar que as lesões apareceram pela primeira vez duas horas após a inoculação, atingiram o desenvolvimento máximo 48 horas após e puderam ser observadas até seis meses depois.

Embora a broncopneumonia resulte em perdas financeiras significativas na criação de vitelos, é um desafio determinar a extensão total da destruição do tecido pulmonar através de avaliações clínicas (Rabeling et al., 1998).

Esporadicamente, podem também ocorrer casos falsos positivos em que a consolidação é causada por uma sequela relacionada com a pneumonia (fibrose ou cicatrização) ou por outra doença não relacionada com a CRB, como atelectasia pulmonar ou neoplasia (Babkine & Blond, 2009).

1.5.2.2. Preparação e contenção de vitelos

Aquando da realização da ultrassonografia, a localização do operador, as suas limitações e os agentes de transdução devem ser tidos em conta (Rademacher et al., 2014).

Na maior parte dos casos, a contenção deve ser mínima, raramente envolvendo um cabresto ou tronco de contenção especialmente com animais jovens. A praticabilidade da técnica é diminuída quando o nível de restrição é aumentado, uma vez que o tempo de manipulação cresce frequentemente. O método de restrição mais comum para vitelos é posicionar os quartos traseiros no canto e colocar uma mão debaixo do queixo ou em frente do peito (Ollivett & Buczinski, 2016). No entanto, outras técnicas poderão ser usadas na contenção dos vitelos, desde que a segurança dos operadores e do animal seja sempre garantida (Figura 3 e Figura 4).

O agente transdutor de escolha é álcool isopropílico a 70% e não é necessária a realização de tricotomia na área avaliada. O álcool isopropílico a uma concentração de 90% (ou superior) funciona de forma eficaz, mas seca severamente a pele do operador e do vitelo, bem como a sonda (Ollivett & Buczinski, 2016).



Figura 3. Realização de UST sem contenção (Imagem de autoria própria)



Figura 4. Posição do operador para imobilização manual de um vitelo durante o exame de UST (Imagem de autoria própria)

1.5.2.3. Abordagem

Os campos pulmonares de animais jovens estendem-se cranioventralmente do 10º ao primeiro EIC à direita e do 10º ao segundo EIC do lado esquerdo. A maioria das lesões de pneumonia desenvolvem-se cranialmente ao sexto EIC (Ollivett & Buczinski, 2016b).

O objetivo da avaliação individual de um animal deve ser examinar tanto o lado direito como o esquerdo de todo o campo pulmonar. Para atingir este objetivo, o pulmão esquerdo deve ser analisado desde o 10º EIC até ao segundo EIC e o pulmão direito desde o 10º EIC até ao primeiro EIC (Buczinski et al., 2013; Ollivett et al., 2015; Ollivett & Buczinski, 2016b). As lesões, nomeadamente os abscessos pulmonares, são mais comuns no lobo pulmonar caudal em animais doentes ou com baixo desempenho do que em vitelos saudáveis. O lobo pulmonar caudal deve ser sempre examinado em tais circunstâncias(Ollivett & Buczinski, 2016b).

Um método diferente pode ser utilizado para verificar a saúde respiratória de um grupo de vitelos, em oposição a um animal doente individual. Neste caso, a broncopneumonia é particularmente examinada através da utilização de UST. Maioritariamente, nas fases iniciais da doença, a broncopneumonia localiza-se maioritariamente em três lobos pulmonares distintos. A porção cranial do lobo cranial é a mais frequentemente afetada, seguido pelo lobo médio do PD, e a porção caudal do lobo cranial do PE. Raramente a consolidação do aspeto caudal do lobo do PD, o especto cranial do lobo cranial do PE, e o lobo caudal ocorrem sem consolidação dos lobos acima mencionados (Ollivett & Buczinski, 2016b). É crucial verificar ambos os lados do

tórax porque até um em cada três vitelos pode sofrer consolidação pulmonar unilateralmente (Buczinski et al., 2014).

1.5.2.4. Técnica

Uma abordagem sistemática da UST é a chave para a precisão. A compreensão da anatomia interna do pulmão, da anatomia torácica externa e dos pontos de referência ultrassonográficos relevantes são necessários para uma abordagem sistemática. O EIC específico onde a sonda é posicionada é referido como a anatomia externa do animal e os lobos pulmonares particulares que estão a ser examinados são referidos como a anatomia interna, como está demonstrado nas Tabelas 1 e 2, referentes ao pulmão direito e esquerdo, respetivamente (Ollivett & Buczinski, 2016b).

Tabela 1. Pontos de referência para o pulmão direito durante o exame ultrassonográfico (adaptado de Ollivett & Buczinski, 2016b)

	Lobo Pulmonar			
	Caudal	Médio	Aspeto caudal do lobo cranial	Aspeto cranial do lobo cranial
EIC	6-10	5	3-4	1-2
Pontos de referência ventralmente	Diafragma	Junção costochondral	Coração	Artéria e veia torácica interna

Tabela 2. Pontos de referência para o pulmão esquerdo durante o exame ultrassonográfico (adaptado de Ollivett & Buczinski, 2016b)

	Lobo Pulmonar		
	Caudal	Aspeto caudal do lobo cranial	Aspeto cranial do lobo cranial
EIC	6-10	4-5	2-3
Pontos de referência ventralmente	Diafragma	Junção costochondral	Artéria e veia torácica interna

O exame UST recomendado, em geral, procede-se desde o tórax caudal até ao tórax cranial movendo-se a sonda dorsoventralmente dentro de cada EIC, segundo a Figura 5. Dentro de cada EIC, a sonda deve seguir paralelamente à costela. Para evitar a imagem desta, a sonda deve ser deslocada ligeiramente caudal enquanto permanece dentro de cada EIC. O diafragma delimita o bordo ventral do pulmão quando se examinam os lobos pulmonares caudais direito e esquerdo do 10º ao 6º IEC. O fígado é visível aqui, próximo ao diafragma (Ollivett & Buczinski, 2016b).

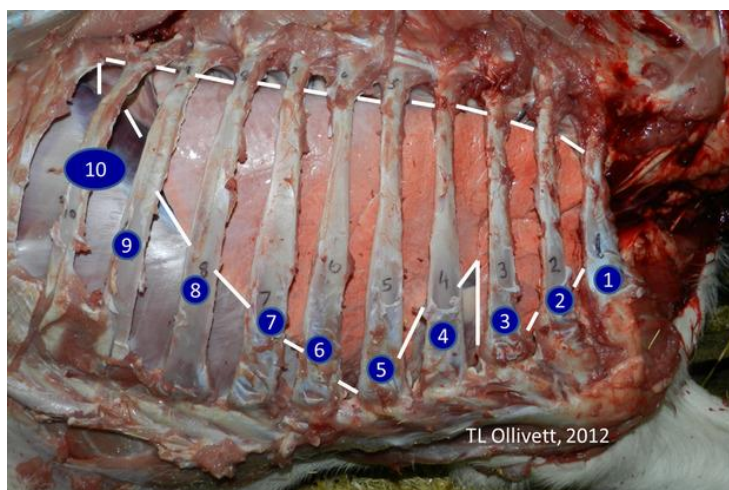


Figura 5. Área de referência para a realização de UST (tracejado a branco). As costelas estão numeradas de 1 a 10, começando pela primeira, mais cranial e prosseguindo caudalmente até à 10ª costela. Nos últimos EICs a área correspondente ao fígado aumenta drasticamente (Ollivett et al., 2015)

A broncopneumonia nos lobos pulmonares caudais de bovinos jovens é pouco frequente na população em geral. No entanto, é nesta localização que se desenvolvem os abscessos pulmonares localizados. De acordo com a literatura, a formação de abscessos, assim como a presença de consolidação, que se estende a esta região, estão tipicamente associadas a um mau prognóstico. A necrose pulmonar, também com prognóstico reservado, é frequentemente visualizada cranialmente às áreas de broncopneumonia (Ollivett & Buczinski, 2016b).

O quinto EIC direito é usado para avaliar o lobo médio do pulmão direito, e o quarto e o quinto EIC esquerdos são usados para visualizar a porção caudal do lobo cranial do pulmão esquerdo. Em ambos os locais, o ponto de referência ventral inclui a interface pleural, que aparece profundamente na imagem, e a junção costocostal que aparece ventralmente. Estes lobos pulmonares são frequentemente o local de broncopneumonia. O quarto e terceiro EIC direitos são usados para examinar a porção caudal do lobo pulmonar cranial direito. Em ambas as situações, o ponto de referência da imagem ventral é o coração. O segundo e o primeiro EIC direitos são usados para examinar o aspeto cranial do lobo cranial direito do pulmão. Estas duas localizações apresentam imagens semelhantes, mostrando uma clara interrupção na interface

pleural à medida que o pulmão contorna a artéria e a veia torácica interna. O local mais típico de broncopneumonia em vitelos leiteiros é este lobo pulmonar. No entanto, é também o lobo pulmonar mais difícil de alcançar e examinar. O aspeto cranial do lobo cranial esquerdo é principalmente examinado no lado esquerdo entre o terceiro e o segundo EIC, com o coração como marcador de imagem ventral. Ocasionalmente, a ecografia realizada no primeiro EIC esquerdo pode gerar imagens de uma pequena porção do pulmão, no entanto, não é obrigatório examinar esta área, uma vez que é difícil de visualizar e raramente acrescenta informações úteis para o exame. Os bovinos com menos de 6 meses de idade são frequentemente os únicos animais em que é possível ter acesso aos aspetos craniais dos lobos pulmonares craniais direito e esquerdo (Ollivett & Buczinski, 2016b).

1.5.2.5. Equipamento

Em função da profundidade da lesão observada através de uma abordagem intercostal, o exame ultrassonográfico pode ser efetuado com sonda linear, setorial ou convexa, e com diferentes frequências, normalmente compreendidas entre 3,5 e 7,5 MHz (Babkine & Blond, 2009).

As sondas transcutâneas são grandes e volumosas, enquanto as sondas transretais, por outro lado, permitem um melhor acesso à axila e ao tórax cranial. Estas últimas são mais adequadas para a UST de campo em vitelos, dado que também são mais frequentemente utilizadas por veterinários de bovinos, por exemplo no controlo reprodutivo (Ollivett & Buczinski, 2016b).

1.5.2.6. Interpretação de imagens

A ultrassonografia dos pulmões baseia-se no princípio de que qualquer doença aguda reduz a oxigenação pulmonar, alterando a superfície pulmonar e gerando padrões distintos. Isto permite o diagnóstico de várias doenças e a monitorização de intervenções terapêuticas (Arora & Karim, 2022).

Recentemente, tem-se verificado um aumento no interesse em empregar UST para identificar alterações pulmonares ligadas ao CRB em vitelos leiteiros (Allen et al., 1992; Buczinski et al., 2013). Em doenças respiratórias com origem bacteriana e, ocasionalmente, viral, os lobos superficiais do pulmão não são oxigenados. Como resultado, a imagem ultrassonográfica que numa situação fisiológica evidencia um artefacto de reverberação devido à marcada reflexão, será modificada para uma estrutura homogénea e hipoecóica, semelhante ao parênquima hepático (Ollivett et al., 2015).

A imagem obtida pelo ecógrafo mostra várias camadas, incluindo o tecido pulmonar ventilado associado à linha pleural, os músculos intercostais, a gordura subcutânea e a pele, que

são representadas como estruturas com diferentes ecogenicidade. As proporções de tecido adiposo e de tecido muscular da parede torácica determinam o grau de ecogenicidade da imagem (Rabeling et al., 1998). A visualização de lesões pequenas e isoladas ou de lesões que cobrem a totalidade de um lobo pulmonar pode ajudar a determinar a gravidade da pneumonia. No entanto, é fundamental ter em conta que, devido ao ar entre a sonda e a lesão, não é possível avaliar as porções mais profundas do pulmão se a porção superficial estiver normal (Babkine & Blond, 2009). A pleura visceral e a superfície do pulmão formam uma linha hiperecogénica denominada linha pleural, que corresponde ao resultado da diferença acústica entre o ar nos pulmões e o tecido pleural (Figura 6) (Babkine & Blond, 2009; Ollivett et al., 2015). A pleura parietal só pode ser distinguida da pleura visceral durante um exame em tempo real, no qual o sinal de deslizamento, ou seja, o movimento dos folhetos pleurais que estão justapostos se movem entre si, indicando que há ventilação daquela zona do pulmão, pode ser visualizado. Artefactos de reverberação, também designados de ondas A, são causados pela obstrução das ondas de ultrassons pelo ar no tecido pulmonar. Como resultado, o tecido pulmonar normal que está cheio de ar não pode ser visualizado (Babkine & Blond, 2009).

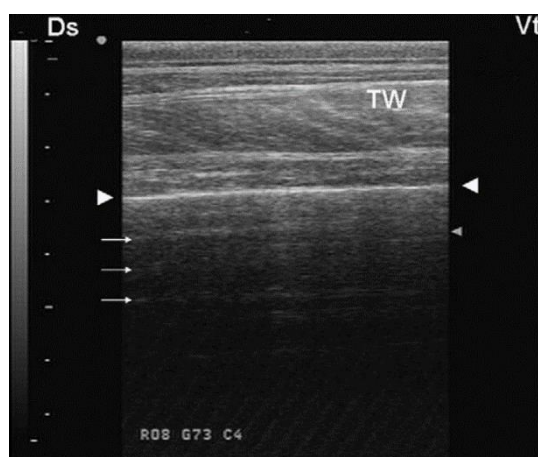


Figura 6. Imagem ultrassonográfica de pleura normal. A ecogenicidade da linha pleural (cabeça de seta) é causada pela reflexão total das ondas na transição para o pulmão ventilado saudável. Os artefactos de reverberação (setas) resultam da reflexão das ondas ultrassonográficas pelo ar dos pulmões. Ds, dorsal; TW, parede torácica; Vt, ventral (Babkine & Blond, 2009)

A causa mais comum de afeções associadas à parede torácica é a lesão traumática, sendo as neoplasias uma causa menos prevalente. As fraturas das costelas são provavelmente a lesão mais típica da parede torácica nos bovinos, em que a ultrassonografia torna as fraturas bastante óbvias, observando-se uma descontinuidade no alinhamento do córtex do osso da costela e uma alteração na ecogenicidade dos tecidos moles circundantes causada por inflamação ou hemorragia (Babkine & Blond, 2009).

Uma doença pleural ou uma condição que afete os tecidos à sua volta pode resultar num derrame pleural, que é definido como uma acumulação de líquido entre a pleura parietal e a visceral. Se houver derrame pleural, as duas pleuras separam-se uma da outra e há um conteúdo semelhante a líquido que, dependendo da sua composição celular, possui ecogenicidade variada. A efusão pode encontrar-se localizada perto de uma lesão pulmonar, mas é tipicamente encontrada na região ventral do tórax (Babkine & Blond, 2009).

A pleura pode tornar-se mais espessa e aparecer irregular ou fragmentada. Quando as regiões afetadas são comparadas com as áreas correspondentes do lado oposto, que se assumem como saudáveis, estas imagens tornam-se mais fidedignas. Uma vez que apenas a pleura visceral se move, é possível dizer qual das duas pleuras está afetada examinando o seu movimento. Em caso de aderências, não existe movimento (Babkine & Blond, 2009).

A acumulação de ar livre entre as pleuras visceral e parietal denomina-se um pneumotórax. A respiração normal permite ao operador observar o deslizamento de uma pleura sobre a outra. Quando existe um pneumotórax, o ar infiltra-se entre as duas pleuras, e o movimento de deslizamento deixa de ser visível, visualizando-se apenas artefactos de reverberação imóveis (Babkine & Blond, 2009).

Relativamente às lesões pulmonares, a ecografia apenas mostra as que se situam junto à pleura visceral. Em alguns casos de broncopneumonia em bovinos, observam-se pequenos nódulos pulmonares com cerca de 1 cm de diâmetro (Flöck, 2004). Estas lesões estão associadas a alvéolos que contêm material, líquido ou celular. Os alveogramas são caracterizados como lesões circulares de diferentes tamanhos, hipocogénicas ou anecogénicas. Estes pequenos nódulos (Figura 7) podem corresponder a metástases, pequenos abscessos, áreas inflamatórias ou necróticas. Para fins de diagnóstico, pode-se proceder à aspiração dos mesmos com o auxílio da ultrassonografia ecoguiada. Quando existe consolidação pulmonar, o tecido pulmonar aparece hipocogénico e a sua ecotextura pode assemelhar-se ao parênquima hepático. Nesta zona, é possível observar broncoerogramas, que correspondem a pequenos brônquios cheios de ar, o que lhes confere um aspeto hiperecogénico. Podem ser vistos como numerosas entradas de ar do tamanho de “lentilhas” com artefactos de cauda de cometa distal com alguns milímetros de diâmetro (Figura 8). Um broncograma fluido, que aparece como uma estrutura tubular anecóica com uma parede hiperecóica (Figura 9), é outro tipo de estrutura que pode ser vista com consolidação pulmonar. Pode ser distinguido de um vaso sanguíneo utilizando a ultrassonografia com Doppler, porque exhibe uma ausência de fluxo sanguíneo (Babkine & Blond, 2009).

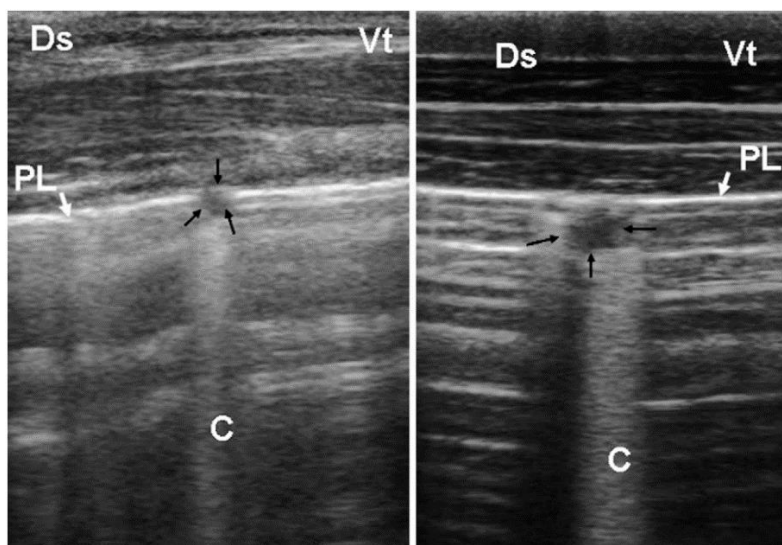


Figura 7. Imagem ultrassonográfica de uma vaca com broncopneumonia. O círculo pequeno e hipocogénico (rodeado por setas pretas) na superfície pulmonar (0,5 cm de diâmetro à esquerda, 1 cm de diâmetro à direita) corresponde a um alveograma fluido com artefacto de cauda de cometa (C). Ds, dorsal; PL, linha pleural; Vt, ventral (Babkine & Blond, 2009)

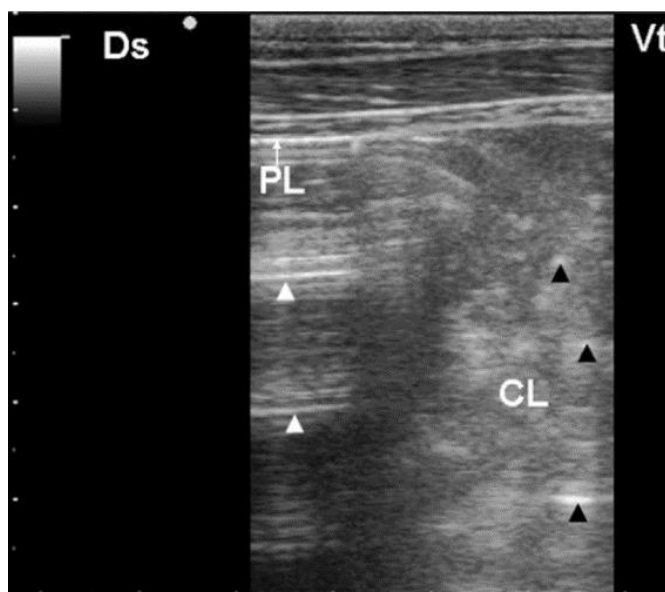


Figura 8. Imagem ultrassonográfica da região cranioventral do tórax de um vitelo com pneumonia. Dorsalmente, é visível a linha pleural (PL) com artefactos de reverberação (setas brancas). Esta área é distinta da porção ventral do pulmão que contém tecido hipocogénico com pequenos pontos hiperecogénicos. Esta parte do pulmão é visível e consolidada (CL). Os pontos hiperecogénicos correspondem a broncoaerogramas (setas pretas). Ds, dorsal; Vt, ventral (Babkine & Blond, 2009)



Figura 9. Imagem ultrassonográfica do tórax ventral no sexto EIC de uma vaca com broncopneumonia. Os tecidos pulmonares aparecem hipocogénicos e contêm broncograma fluido ramificado (rodeado com setas brancas). As zonas hiperecogénicas correspondem a inclusões de ar (setas pretas). Ds, dorsal; Vt, ventral (Babkine & Blond, 2009)

A atelectasia de um lobo pulmonar ocorre após um aumento da pressão na cavidade pleural causada por efusão pulmonar, pneumotórax ou incapacidade de insuflar adequadamente o pulmão, como acontece, por exemplo, em obstruções brônquicas ou aspiração grave de líquido amniótico em recém-nascidos (Babkine & Blond, 2009).

Um tipo específico de reverberação conhecido como artefacto de cauda de cometa consiste num conjunto de ecos discretos e amplamente espalhados que apontam para a agregação focal de uma pequena quantidade de material altamente refletor, frequentemente bolhas de gás (Babkine & Blond, 2009). No entanto, em Medicina Humana, uma série de artefactos cauda de cometa num único campo pode ser um sinal de uma doença intersticial (Lichtenstein & Mezière, 2008). Se existirem numerosos artefactos cauda de cometa espalhados por toda a superfície dos pulmões e estiverem ligados a pleuras mais espessas e irregulares, deve ser considerada uma doença pulmonar parenquimatosa difusa (Reißig & Kroegel, 2003). Num estudo realizado na Áustria, observou-se o aparecimento de artefactos cauda de cometa em bovinos com enfisema pulmonar (Flöck, 2004).

1.5.2.7. Sistemas de pontuação das lesões pulmonares

Para avaliar as lesões pulmonares dos vitelos, existem dois sistemas principais mais comumente utilizados. Adams & Buczinski (2016) criaram um sistema de pontuação simples que pretendia ser prático e rápido. Baseado nos resultados de todo o campo pulmonar, o animal é classificado numa escala de 1 a 4. Vitelos sem anomalias, com uma superfície pleural saudável ou com algumas caudas de cometa recebem uma pontuação de 1. Se fossem observadas várias caudas de cometa na superfície pleural e linhas B (coalescência de várias caudas de cometa), mas não houvesse consolidação pulmonar considerável, seria atribuída uma pontuação de 2. Foi atribuída uma pontuação de 3 aos vitelos com um ou mais locais de consolidação pulmonar com

dimensão superior ou igual a 1 cm. Uma pontuação de 4 era usada em vitelos com consolidação extensa (≥ 6 cm em um ou mais locais), abscesso dentro do parênquima pulmonar visto como um espaço encapsulado cheio de líquido, ou derrame pleural significativo (>1 cm). No entanto, a contagem de centímetros de lesões ultrassonográficas não é o método mais rápido nem o mais prático de classificar os exames de UST para os veterinários de campo, especialmente quando não está disponível a opção de grelha, mas pode servir para fins de investigação e quantificação de lesões mais corretamente relativamente à quantidade de parênquima pulmonar consolidado (Adams & Buczinski, 2016).

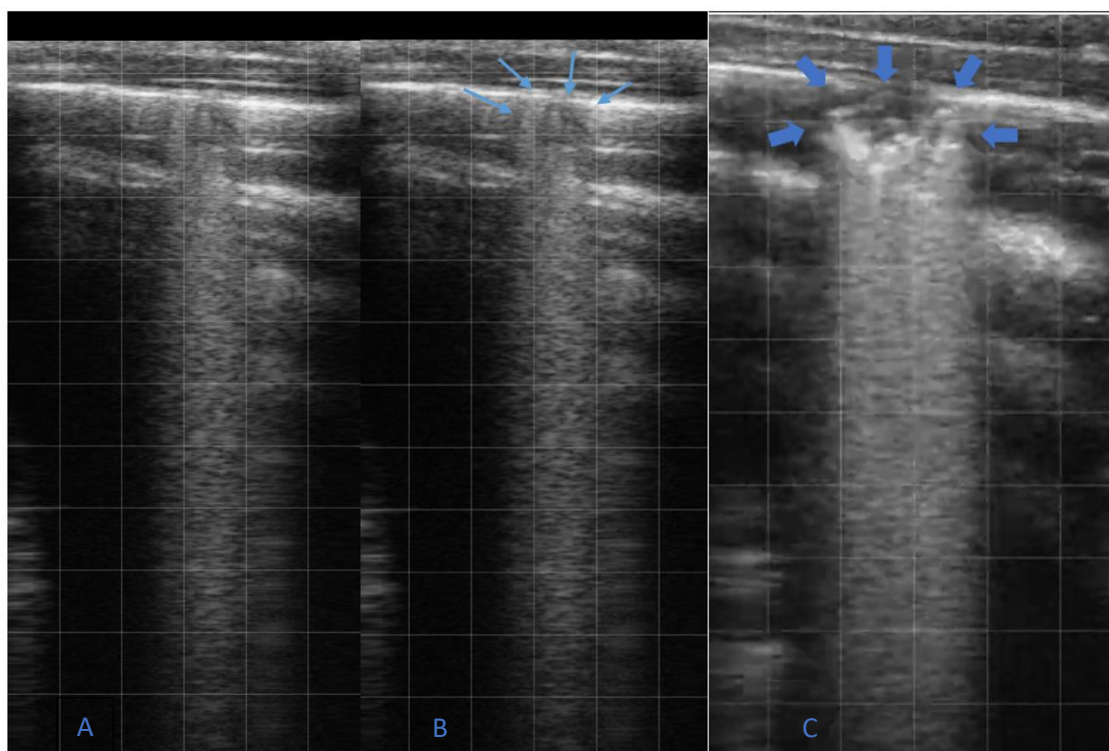


Figura 10. Imagem US de um vitelo com pneumonia. A- Cauda de cometa; B- Consolidação lobular, inferior a 1 cm (rodeada por setas azuis); C- Consolidação lobar, superior a 1 cm (rodeado por setas azuis) (Imagem de autoria própria)

Ollivett & Buczinski (2016) sugeriram um sistema de pontuação categórico de 6 níveis (0-5) consoante o tipo de lesão e a sua localização (Anexo 2). As pontuações US de 0 a 1 são normalmente consideradas normais, enquanto as pontuações US de 3 ou superiores são consistentes com broncopneumonia. O pulmão ventilado normal, sem consolidação e com poucos ou nenhuns artefactos de cauda de cometa, é indicado por uma pontuação de 0 na US. A classificação US de 1 indica artefactos de cauda de cometa difusos sem consolidação (B). A classificação US 2 indica pneumonia irregular ou lobular. As pequenas lesões lobulares são frequentemente de origem viral e podem não necessitar de tratamento (C). A classificação US 3 indica uma pneumonia lobar que afeta apenas um lobo (D). De acordo com a classificação US 4 (E), 2 lobos são afetados por pneumonia lobar, em que cada um dos aspetos caudais e craniais

do lobo cranial conta como um lobo individual e recebe uma pontuação. A classificação US de 5 (F) indica pneumonia lobar com envolvimento de três ou mais lobos pulmonares. O método de pontuação não tem em conta, por defeito, anomalias como pneumotórax, líquido pleural, abscessos e necrose. Em vez disso, é registada no processo uma declaração sobre a lesão presente (Ollivett & Buczinski, 2016b).

1.6. Prevenção, controlo e manejo do CRB

Os objetivos da prevenção e controlo devem consistir na diminuição do *stress*, na redução da exposição aos agentes microbianos, no aumento da imunidade e na gestão dos fatores ambientais que enfraquecem as defesas naturais das vias aéreas superiores (Cockcroft, 2015).

Entre os vitelos pré-desmamados, a doença respiratória afeta 12% a 16%. No entanto, a prevalência do CRB pode variar significativamente de nenhum a quase todos os vitelos de uma determinada exploração e, pelo menos 20% a 30% dos animais afetados requerem múltiplos tratamentos antimicrobianos. Nos Estados Unidos, 22% de todas as mortes em vitelos pré-desmamados são o resultado do CRB, com taxas de mortalidade que variam de 2% a 9% (Peek et al., 2018).

Os custos das doenças respiratórias incluem a sua prevenção, tratamento e diminuição da produtividade do animal. Doenças respiratórias no início da vida podem ter um grande impacto na produtividade e sobrevivência do vitelo, aumentando estes custos. Os diagnósticos de pneumonia no início da vida foram associados a diminuição da produtividade e a taxas de crescimento mais lentas. Quando comparadas com novilhas que não desenvolveram doença respiratória antes dos 90 dias de idade, as que foram diagnosticadas tiveram um risco duas ou mais vezes superior de morrer antes do parto e de parir numa idade mais avançada (Waltner-Toews et al., 1986; Correa et al., 1988; Miles, 2009).

A falta de melhorias na gestão da doença respiratória confirma a necessidade de serem desenvolvidas estratégias práticas de apoio aos produtores para controlo desta síndrome multifatorial (Gorden & Plummer, 2010).

1.6.1. Prevenção

A prevenção do CRB depende do aumento da resistência do hospedeiro, através da imunidade passiva e ativa, redução ou eliminação de fatores de predisposição associados à gestão e ao ambiente e diminuição da exposição dos agentes patogénicos (Timsit & Woolums, 2022).

O desenvolvimento e a manutenção de um sistema imunitário forte nos vitelos são conseguidos através da administração de colostro de alta qualidade em quantidade suficiente, de uma excelente nutrição, de imunização adequada, de biossegurança e de ventilação suficiente (Gorden & Plummer, 2010; Stanton et al., 2010).

1.6.1.1. Falha da transferência passiva de imunidade

O sistema imunológico do vitelo é imaturo, mas funcional ao nascimento. Um fator significativo para o início e a severidade da doença respiratória em vitelos é a FTPI que corresponde à insuficiente absorção de Ig de origem materna. O estudo da National Animal Health Monitoring System, em 2007, descobriu que quase 1 em cada 5 (19,2%) dos vitelos recém-nascidos desenvolveram FTPI, apesar do esforço considerável feito para fornecer colostro (United States Department of Agriculture, 2010).

Os Ac maternos específicos contra infecções virais comuns têm meias-vidas que variam de 13 a 36 dias. A idade média em que os Ac maternos do BRSV deixam de estar detetáveis em amostras de vitelos varia de 5 a 6,5 meses, a idade média do BHV-1 varia de 2 a 10 meses, do PI-3 varia de 5 a 6 meses e a idade média do BVDV varia de 3 a 7,5 meses. A duração da imunidade passiva protetora de um único agente patogénico não pode ser determinada de forma fiável no campo, além disso, o título exato de Ac necessário para proteger contra uma determinada doença varia em função do agente patogénico envolvido, do grau de desafio e de fatores adicionais do hospedeiro, do agente patogénico e do ambiente que afetam a tríade epidemiológica (Chamorro et al., 2015; Kirkpatrick et al., 2019).

Não existe um limiar "perfeito" para definir uma transferência imunológica passiva ideal. No entanto, vitelos com concentrações de proteínas séricas totais inferiores a 5,7 g/dl apresentaram uma probabilidade 1,6 vezes maior de receber tratamento para CRB antes dos três meses de idade. Vitelos com menos de 23 mg de IgG/ml sérico têm maior probabilidade de morbidade e mortalidade pré-desmame em comparação com vitelos com concentrações séricas de IgG acima do limiar de 24 mg/ml. Assim, a manutenção de limiares mais elevados de IgG sérica ou proteína total pode levar a uma diminuição da morbidade e mortalidade no vitelo (Waldner & Rosengren, 2009).

O sucesso da prevenção da FTPI é importante para os produtores, visto que é reconhecida a correlação entre esta e o aumento de morbidade e mortalidade no período neonatal, podendo ser identificadas, ainda, outras consequências, como a diminuição no ganho do peso médio diário (Trotz-Williams et al., 2008; Poborská et al., 2021).

As condições de alojamento a que os vitelos são submetidos também têm um impacto substancial no desenvolvimento de pneumonias. Nos vitelos de leite, uma parte crucial dos cuidados é assegurar que os compartimentos da maternidade sejam mantidos secos e limpos e

que os vitelos sejam removidos destes assim que nascem. A probabilidade destes serem infectados oralmente com agentes bacterianos aumenta quando nascem numa maternidade altamente contaminada e lá permanecem após o nascimento (McGuirk & Collins, 2004; Villarroel et al., 2007). A ingestão acidental de microrganismos ambientais pelo vitelo recém-nascido aumenta o risco de desenvolvimento de doença entérica e reduz a capacidade das Ig colostrais atravessarem a parede intestinal (Fecteau et al., 2002; Stewart et al., 2005; Steele, 2019).

1.6.1.2. Colheita e armazenamento de colostro

O colostro necessita de ser recolhido, preparado e armazenado de forma a minimizar a incubação e a contaminação bacteriana. O *total plate count* (TPC) e a contagem de coliformes podem ser usadas para determinar a carga bacteriana no colostro. As contagens desejadas de TPC e coliformes são inferiores a 1 milhão e 10.000 UFC/ml, respetivamente (McGuirk & Collins, 2004). A pasteurização e o uso de ácido fórmico para acidificar o colostro são duas técnicas que têm sido utilizadas para diminuir a contagem de bactérias no colostro, preservando, ao mesmo tempo, uma transmissão passiva aceitável (Godden et al., 2019).

Em comparação com o colostro fornecido durante os meses frios, o colostro fornecido durante os meses de Verão é mais frequentemente contaminado. O crescimento bacteriano é permitido pelo atraso entre a recolha e a alimentação (Fecteau et al., 2002).

1.6.1.3. Fornecimento de colostro

A alimentação com colostro é crucial para a saúde e sobrevivência do vitelo, especialmente durante a fase de imunidade passiva. Para satisfazer as necessidades de crescimento e desenvolvimento, os componentes do colostro são decompostos e absorvidos ao longo do trato digestivo (Zhao et al., 2023).

Os fatores que influenciam a otimização do colostro incluem o momento da ingestão, o método, o volume de administração, a concentração de Ig do colostro ingerido e a idade da mãe (Poborská et al., 2021). A administração atempada de um volume suficiente de colostro de alta qualidade é essencial. Os níveis de IgG no colostro devem ser de pelo menos 50 g/L, a quantidade depende de cada vitelo, devendo corresponder a 10-12% do seu peso vivo à nascença e deverá ser fornecida o mais rápido possível após o parto, preferencialmente dentro de 1 a 2 horas após o nascimento (Stewart et al., 2005; Godden et al., 2019).

O momento da alimentação com colostro é crucial, dado que as células da parede intestinal vão perdendo a sua capacidade de absorção progressivamente, cessando por completo 24 horas após o nascimento. Além disso, vitelos stressados, como os nascidos em situações climáticas adversas, como tempo frio e chuvoso e deixados desprotegidos ou vitelos que necessitam de assistência durante o parto não conseguem absorver Ig durante tanto tempo

como os vitelos com nascimentos mais fáceis (Moran, 2012). Na Tabela 3 é possível observar-se como a ingestão do colostro pela primeira vez tem influência na mortalidade dos vitelos.

Tabela 3. Mortalidade de vitelos que ingerem colostro pela primeira vez em diferentes horas de vida (Moran, 2012)

Horas após o nascimento	% Mortalidade
2-6	5
7-12	8
13-24	11
25-48	20

Ao nascimento, o vitelo é considerado um ruminante não funcional, em que os pré-estômagos são pequenos e não funcionais. Desta forma, o abomaso representa 70% do peso total do estômago e a goteira esofágica, que consiste num tubo temporário formado a partir da contração do sulco reticular, desvia o colostro do rúmen-retículo e leva-o diretamente para o abomaso onde sofrerá digestão enzimática. A duração do tempo de alimentação e o intervalo entre as refeições depende principalmente do modo de administração do leite, do sexo do vitelo e de características individuais. A forma mais fisiológica de alimentação consiste na sucção do leite diretamente da progenitora, em que o tempo é relativamente longo e o intervalo de tempo depende do tempo necessário para digerir o alimento, após o qual o vitelo começa a sentir fome. A desvantagem deste método é que a quantidade de leite ingerida não pode ser contabilizada (Poborská et al., 2021).

A alimentação dos vitelos com uma tetina é a forma mais comum e eficaz, seja associada a um biberão ou a um balde. O colostro ou leite, chegam ao seu destino, ou seja, ao abomaso da forma mais natural possível e o reflexo de deglutição funciona de forma adequada. A utilização de sonda orogástrica para alimentar grandes quantidades de colostro para além de não induzir a goteira esofágica, também tem sido associada a uma menor eficiência da absorção de IgG e a uma concentração sérica de IgG ligeiramente menor em comparação com a alimentação com biberão, pois quando o colostro é administrado com o auxílio de sonda orogástrica, entra no rúmen antes de chegar ao abomaso. Receber o colostro usando um biberão é fisiologicamente mais aceitável para os vitelos, uma vez que representa uma ingestão natural de alimentos, ocorre salivação e não é necessário alimentar o vitelo com uma quantidade excessiva de colostro. Em comparação com este método, a alimentação com uma sonda orogástrica requer experiência para evitar irritações, ferimentos no vitelo ou a introdução da sonda na traqueia. Este método de alimentação é mais rápido, mas de um ponto de vista fisiológico, demasiado stressante e muitas vezes perigoso para o vitelo. A utilização de uma sonda orogástrica é adequada especialmente para vitelos que não desenvolveram o seu reflexo de sucção ou possuem outros problemas de

saúde, de modo a assegurar a sua alimentação atempada e a obtenção de quantidades suficientes de Ig que proporcionam imunidade passiva (Poborská et al., 2021).

Embora nem todos os vitelos com FTPI desenvolvam CRB, numerosos estudos mostraram que estes vitelos são mais propensos se as Ig das suas mães não forem absorvidas em quantidades suficientes (Peek et al., 2018).

1.6.1.4. Desinfecção do umbigo

No controlo de doenças em vitelos recém-nascidos, a limpeza do umbigo pode ser muito útil. Foi demonstrado que a limpeza completa deste pode reduzir a mortalidade dos vitelos para metade e diminuir o número de vitelos tratados para doenças respiratórias de aproximadamente 19% no grupo não desinfetado para 5% no grupo que realizava a limpeza (Gorden & Plummer, 2010).

A infeção umbilical é uma das doenças mais comuns em vitelos recém-nascidos, variando a prevalência de 1,3% a 29,9%, a qual prejudica a saúde geral dos mesmos (Mee, 2008). A doença umbilical inclui onfalite, onfaloflebite, onfaloarterite e infeção do úraco (Radostis et al., 2000). A cicatriz umbilical desempenha um papel de porta de entrada, podendo resultar em infeção e inflamação localizada, e as bactérias podem disseminar-se através da via hematogénica para articulações, pulmões, rins e outros órgãos, causando complicações graves, redução da taxa de crescimento, e aumento da mortalidade (Wieland et al., 2017). Manter um ambiente limpo e seco na área de maternidade, gerir adequadamente o colostro e realizar a desinfecção do umbigo dos vitelos após o nascimento são medidas amplamente recomendadas para diminuir as infeções umbilicais (Grover & Godden, 2010).

A pulverização dos umbigos não é o método mais adequado para desinfetar a zona, uma vez que não limpa suficientemente o interior do cordão umbilical. É preferível cobrir o umbigo, tanto no interior como no exterior, mergulhando-o num recipiente limpo com desinfetante (Gorden & Plummer, 2010). A tintura de iodo a 7% tem sido preconizada como antisséptico para a higiene do cordão umbilical e permanece amplamente reconhecida como desinfetante *gold standard* (Grover & Godden, 2010; A. L. Robinson et al., 2015). A clorexidina é considerada um agente antisséptico alternativo, caracterizado pelo seu amplo espectro de ação e prolongada atividade antimicrobiana, apresentando uma notável eficácia mesmo na presença de material orgânico (Robinson et al., 2015).

1.6.1.5. Nutrição e ingestão de água

Quando o vitelo nasce é funcionalmente um não ruminante e, com a idade, o seu sistema digestivo vai-se desenvolvendo, dividindo-se em três fases: a de pré-ruminante (primeiras duas semanas), a de transição (até ao desmame) e a de ruminante. Na fase de pré-ruminante, o

animal consome pequenas quantidades de concentrado ou forragem e depende fundamentalmente de leite ou substituto para obter nutrientes. Na segunda fase, os vitelos começam a comer maiores quantidades de concentrado. Na terceira fase, o vitelo atinge uma capacidade de digerir alimentos semelhante à de um animal adulto (Drackley, 2008).

O rápido crescimento e desenvolvimento do vitelo jovem depende de uma nutrição adequada. Quando responde a desafios microbianos, o sistema imunitário do vitelo aumenta drasticamente o consumo de nutrientes (Lochmiller & Deerenberg, 2000).

A quantidade de leite que deve ser fornecida a vitelos recém-nascidos pode variar dependendo de fatores como a raça, as condições ambientais e os objetivos de produção. No entanto, uma prática comum é alimentar os vitelos com uma quantidade de leite que corresponda a cerca de 10% a 12% do seu peso corporal ao nascimento. Por exemplo, um vitelo com 40 kg de peso ao nascer receberia cerca de 4 litros de leite por dia (Amaral-Phillips et al., 2001; Godden et al., 2019; Parish, 2019).

Vários estudos efetuados investigaram o efeito de fornecer pequenas quantidades de forragem a vitelos antes e após o desmame. Observou-se que adicionar entre 5 a 10% de forragem ao concentrado melhorou o ganho médio diário de peso dos animais. Oferecer feno também melhorou o desempenho, especialmente em vitelos que consumiam mais leite. Diferentes tipos de forragem foram testados, com resultados variados. Alguns estudos indicaram que, aproximadamente, 5% de palha da ração total poderia promover um melhor consumo e utilização do concentrado, resultando numa maior taxa de crescimento (Kertz et al., 2017).

A seguir ao oxigénio, a água é o segundo nutriente mais importante para assegurar a vida e o funcionamento de um organismo vivo. A água é essencial em muitos processos bioquímicos no corpo (transporte de nutrientes, digestão e metabolismo), eliminação de resíduos (respiração, urina, fezes), regulação da temperatura corporal (transpiração) e da pressão osmótica e manutenção de uma quantidade suficiente de fluidos e eletrólitos (Broucek, 2019).

De acordo com um estudo do National Animal Health Monitoring System, em 2014, os produtores de leite fornecem aos vitelos água pela primeira vez, em média, aos 17 dias de vida (United States Department of Agriculture, 2016). Segundo o estudo, os produtores apresentam-se relutantes em oferecer água, assumindo que tal causará diarreia. Alguns produtores assumem também que os vitelos recém-nascidos recebem quantidades adequadas de água através do leite natural ou de substituição para satisfazer as necessidades do organismo. No geral, os esforços para promover a ideia de fornecer água potável aos vitelos recém-nascidos são prejudicados pela falta de informações científicas sobre a ingestão de água e seu impacto positivo no desempenho produtivo dos animais (Kertz et al., 2017).

Dado que 45% dos vitelos são alimentados diariamente com menos de 5,0 L de leite natural ou de substituição e os produtores esperam, em média, 17 dias para oferecer água

potável aos vitelos, um grande número animais nos Estados Unidos parece consumir menos água do que suas necessidades durante as primeiras duas semanas de sua vida (United States Department of Agriculture, 2016).

1.6.1.6. Alimentação de leite descartado

O termo leite descartado (LD) refere-se à fração de leite produzida que não é adequada para consumo humano, incluindo colostro, leite de transição, leite de vacas com mastite e leite com contagem elevada de células somáticas. Esta categoria de leite pode ser utilizada na alimentação de vitelos, sendo muitas vezes suficiente para suprimir a alimentação destes animais até o período de desmame em diversas explorações (Aust et al., 2013; Ricci et al., 2017).

A alimentação com leite pasteurizado ou leite de substituição é uma prática de biossegurança útil para minimizar agentes entéricos como *Salmonella spp.* ou *Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis*. Estas práticas são também eficazes para limitar a ingestão de potenciais agentes patogênicos respiratórios. Embora o *Mycoplasma spp.* se possa propagar por via aérea, é também um agente patogênico comum da mastite e pode ser libertado por vacas infectadas clínica ou subclínicamente. A colonização nasofaríngea ocorre após a ingestão oral de leite contaminado, resultando potencialmente em doença respiratória clínica no vitelo. *Mycoplasma spp.* e outros agentes patogênicos podem também disseminar-se hematogenicamente após a ingestão por um vitelo. Da mesma forma, outros potenciais agentes patogênicos respiratórios tais como *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Salmonella spp.* e *Escherichia coli* podem ser obtidos através do leite e espalhar-se hematogenicamente para os pulmões após ingestão oral (Callan & Garry, 2002).

O colostro com quantidades elevadas de bactérias, especialmente bactérias coliformes, pode ligar-se às Ig livres no lúmen intestinal e/ou obstruir a captação e trânsito das moléculas de Ig pelas células epiteliais intestinais, prejudicando a transferência passiva de imunidade (Godden et al., 2019). Embora a pasteurização em temperaturas mais elevadas possa danificar as Ig, o colostro pode ser tratado termicamente de forma segura usando uma abordagem de temperatura mais baixa durante mais tempo, por exemplo 60°C durante 60 minutos. Isso permite manter os níveis de IgG e as características líquidas enquanto elimina agentes patogênicos, incluindo *E. coli*, *Salmonella enteritidis* e *Mycoplasma bovis*, além de reduzir significativamente o risco de exposição ao *M. avium subsp. Paratuberculosis* (Godden et al., 2006; McMartin et al., 2006). Vitelos alimentados com colostro tratado termicamente apresentam uma melhoria na eficiência da absorção de IgG, provavelmente devido à redução da interferência bacteriana na absorção de IgG (Johnson et al., 2007; Kryzer et al., 2015).

Em explorações leiteiras, é comum submeter as vacas a tratamentos com antibióticos devido a várias razões, como o tratamento de mastites, infecções genitais, respiratórias e

problemas locomotores. A frequência desses tratamentos resulta numa quantidade significativa de leite potencialmente contendo resíduos de antibióticos (Kuipers et al., 2016; Stevens et al., 2016). No entanto, a alimentação de vitelos com LD gera preocupações relacionadas com a disseminação de agentes patogénicos presentes no leite (Aust et al., 2013). Apesar dos processamentos térmicos aplicados ao leite, a redução da carga bacteriana e de resíduos antimicrobianos é limitada. Tal pode resultar na criação de um ambiente propício para o desenvolvimento de resistência bacteriana. A ingestão de antimicrobianos pelos vitelos pode estimular o crescimento de microbiotas resistentes, levando ao seu domínio e à transferência de genes de resistência. No contexto do desenvolvimento e disseminação da antibiorresistência, a transmissão de bactérias resistentes através do leite é considerada menos relevante do que a disseminação causada pelos resíduos de antibióticos administrados aos vitelos por meio do LD (Aust et al., 2013; Ricci et al., 2017). A quantidade de resíduos de antibióticos no LD depende de vários fatores, como o tipo de medicamento, dose, via de administração e intervalo entre o tratamento e a ordenha. Dado que muitos tratamentos em vacas leiteiras envolvem a administração local intra-mamária de antibióticos, a quantidade de leite potencialmente contendo resíduos é significativa (Ricci et al., 2017).

1.6.1.7. Alojamento e ventilação

O contacto ou a partilha do espaço com animais mais velhos, níveis de humidade relativa superiores a 75%, má qualidade do ar, aumento da densidade populacional, tipo e densidade da cama e a forma de lavagem das instalações são fatores de risco associados a um aumento da incidência de doenças respiratórias (Lago et al., 2006; Peek et al., 2018).

O ambiente ideal para a prevenção de infeções respiratórias e outras infeções em vitelos consiste num único viteiro individual colocado ao ar livre (Callan & Garry, 2002). Os viteiros devem ser posicionados de forma a reduzir os impactos climatéricos, não devem estar próximos de agentes poluentes, como escoamentos de lotes de animais próximos, devem ser separados por, pelo menos, 1,22 m de distância e devem ser limpos adequadamente após cada utilização. Para reduzir a contaminação bacteriana do solo, o ideal é que os viteiros sejam mudados de lugar entre grupos. O contacto com os animais deveria ocorrer sequencialmente dos vitelos mais jovens para os mais velhos, pelo que os procedimentos de alimentação e de gestão deveriam ser planeados em conformidade (Callan & Garry, 2002).

1.6.1.8 Ventilação dos estábulos de vitelos não desmamados

Os sistemas de ventilação são frequentemente desenvolvidos com pouca consideração dos microambientes produzidos pelo alojamento individual dos bovinos. O aumento da contagem de bactérias no ar do microambiente tem sido associado a um aumento da incidência de doenças respiratórias. A maioria das bactérias transportadas por via aerógena não são patogénicas, no

entanto, mesmo as bactérias mortas transportadas pelo ar podem sobrecarregar as defesas do trato respiratório, tornando os tecidos pulmonares mais suscetíveis a infecções (Lago et al., 2006).

Os vitelos não desmamados devem ser alojados em vitleiros individuais de modo que cada vitelo possua 2,2 a 3 m² de área total, com divisórias entre os vitelos, mas mantendo a parte da frente e de trás do espaço aberta sempre que possível. Os vitleiros devem também ter camas que permitam que o vitelo se aninhe eficazmente durante os períodos de *stress* pelo frio (Callan & Garry, 2002; Lago et al., 2006; Nordlund, 2008; Fass, 2010). De acordo com a experiência clínica, os animais inseridos em lotes em que a diferença etária máxima é de 10 dias foram aqueles que exibiram uma menor incidência de doenças. (Peek et al., 2018).

1.6.1.9. Ventilação de vitelos alojados em grupo

As temperaturas extremas, as elevadas concentrações de gases nocivos como o amoníaco, a elevada humidade do ar ou o teor de poeiras são fatores de risco ambiental (Callan & Garry, 2002). O ar circulante nos estábulos possui concentrações variáveis de microrganismos, dependendo de diferentes fatores, tais como a densidade animal, o manejo, as tecnologias, os materiais do pavimento e da cama, as condições microclimáticas e, especialmente, da taxa de ventilação (Nordlund, 2008). De acordo com a literatura, animais em grupos com 10 ou menos vitelos estão associados a um melhor crescimento e menor morbidade por doenças respiratórias (Svensson & Liberg, 2006).

Em vários estudos, sugeriu-se que níveis elevados de amoníaco aumentam o risco de doenças respiratórias através da irritação do epitélio respiratório e da diminuição do fluxo mucociliar (Lundborg et al., 2005).

Para manter os níveis de bactérias patogénicas em concentrações semelhantes, um aumento de duas vezes na densidade de animais necessita de um aumento de quase dez vezes na capacidade de ventilação (Gorden & Plummer, 2010). Em estábulos de vitelos que são destinados a serem ventilados naturalmente ou por pressão negativa, esta configuração mostra-se particularmente desafiadora, pois podem não ter ventilação suficiente para o ambiente do vitelo. Para estábulos que albergam tanto grupos de vitelos não desmamados como desmamados, podem ser necessários sistemas de ventilação por pressão positiva (Nordlund, 2008; Peek et al., 2018). Contagens bacterianas superiores a 100 000 UFC/m³ no caso de estábulos mal ventilados estão associadas a pneumonias em vitelos (Bonizzi et al., 2022).

Embora alguns sistemas de alojamento consigam proporcionar conforto térmico aos vitelos, podem surgir outros problemas que influenciam negativamente a saúde e o bem-estar animal, como a acumulação de elevados níveis de amoníaco, principalmente quando há uma elevada densidade animal associada a um ambiente desprovido de limpeza e ventilação adequadas (Bonizzi et al., 2022).

O amoníaco é um subproduto da decomposição de resíduos orgânicos, como urina e fezes de animais. A exposição prolongada a altas concentrações de amoníaco pode ser prejudicial à saúde dos bovinos, podendo causar irritação das vias respiratórias, afetar a função pulmonar e prejudicar o desempenho geral do efetivo. Em comparação com os bovinos adultos, os vitelos são provavelmente mais suscetíveis a este tipo de irritantes (Kaufman et al., 2015). Um estudo realizado na Austrália, mostrou que concentrações de amoníaco superiores a 23 mg/m³ estão associadas a respostas inflamatórias nos pulmões, como o aumento da atividade dos macrófagos, bem como um aumento na percentagem de neutrófilos. Em concentrações de amónia iguais ou superiores a 34 mg/m³ foi evidente a irritação das membranas mucosas dos olhos, da cavidade nasal e do aparelho respiratório (Phillips et al., 2010). Portanto, é crucial controlar os níveis de amoníaco em ambientes de criação para garantir a saúde e o bem-estar dos animais, especialmente em situações de alta densidade populacional. Isso pode ser feito através de práticas de manejo adequadas, como boa ventilação, limpeza regular e sistemas de tratamento de dejetos.

1.6.1.10. Minimização do stress do desmame

Desmamar os vitelos de leite e transferi-los para a vida em grupo é uma operação muito stressante que frequentemente causa surtos de doenças respiratórias. Verificar se há indicadores de doença nos vitelos antes de desmamá-los deve ser outro fator a considerar. Os vitelos clinicamente doentes excretam uma grande quantidade de agentes patogénicos para o ambiente e são uma fonte importante de transmissão de doenças a outros animais (Callan & Garry, 2002).

Recomenda-se que os vitelos desmamados que se dirigem para um novo lote passem 30 a 45 dias a ambientarem-se, aconselha-se reduzir o *stress* no manejo, reduzir os tempos de viagem e evitar temperaturas elevadas durante a viagem para o confinamento (Andrews, 2004; Cockcrof, 2015).

A probabilidade de um vitelo apresentar problemas de saúde aumenta com o tempo na cadeia de comercialização. Devido ao tempo que leva para o CRB se desenvolver, os vitelos que passaram vários dias na cadeia de comercialização podem desenvolver CRB clínico antes ou logo após a chegada, mas os bovinos que passaram menos tempo na cadeia de comercialização podem adoecer mais tarde (2 a 4 semanas). Deve-se atribuir aos vitelos uma pontuação de risco (alto, médio ou baixo) na chegada ou antes dela, que corresponda à intensidade do *stress* a que foram submetidos e à probabilidade de desenvolverem doença respiratória. Os vitelos que estão em risco geralmente foram desmamados recentemente, não receberam vacinas, não foram castrados ou descornados, foram misturados com outros vitelos e foram transportados através de um mercado/leilão. Os vitelos de baixo risco frequentemente vêm de uma única fonte e foram

submetidos a procedimentos de pré-condicionamento, tais como castração, descorna, desmame e, por vezes, até adaptação ao comedouro (Wilson et al., 2017).

À medida que os animais chegam à exploração, devem ser inspecionados para deteção de doenças e levados para áreas de quarentena. Com base no peso de acabamento, devem ser desenvolvidas normas da indústria para as densidades de armazenamento, e as dimensões dos grupos devem ser rigorosamente controladas. Os movimentos e expansões do grupo devem ser mantidos no mínimo, uma vez que o grupo se tenha estabelecido no confinamento. O efetivo deve ser rotineiramente verificado quanto a sintomas de CRB e os animais doentes devem ser levados para compartimentos hospitalares (Cockcrof, 2015).

1.6.1.11. Metafilaxia no desmame

A administração de um medicamento a um grupo de animais após ter sido estabelecido o diagnóstico de uma doença clínica em parte do grupo, com o objetivo de tratar os animais clinicamente doentes e de controlar a disseminação da doença a animais em estreito contacto e em risco, os quais podem estar já subclínicamente infetados é conhecida como metafilaxia e está associada a taxas mais baixas de mortalidade e morbilidade. Não obstante a metafilaxia ter demonstrado produzir resultados rentáveis em efetivos de grande dimensão na América do Norte, a sua prática ainda é discutível. Embora ocasionalmente seja fornecida antes da expedição para a nova exploração, a sua administração ocorre tipicamente à entrada ou dentro de poucos dias após a chegada. O momento e a duração do efeito da metafilaxia devem corresponder ao período de tempo em que o risco de CRB está no seu máximo, muitas vezes durante as primeiras três semanas (Cockcrof, 2015). A utilização de metafilaxia é tipicamente restrita a vitelos determinados como estando em alto risco, normalmente quando as temperaturas retais são superiores a 39,7°C, devido às despesas envolvidas e à crescente preocupação em torno do uso de antibióticos na produção animal (Nickell & White, 2010; Cockcrof, 2015)

Atualmente, muitas explorações leiteiras desmamam um grupo de vitelos, e procedem à sua transferência para a vida em grupo dentro de uma semana. Esta alteração, especialmente quando mais de 10 vitelos são transportados de uma vez, parece ser um catalisador de doenças respiratórias. Uma única injeção de um antibiótico de ação prolongada como a oxitetraciclina, a tilmicosina, a tulatromicina ou o florfenicol, administrada a toda o efetivo na altura da mudança, têm tido sucesso no seu controlo. Os efetivos com menos vitelos ou os que adotam um agrupamento mais progressivo de grandes grupos de vitelos parecem ser significativamente menos suscetíveis a este problema (Peek et al., 2018). Devido à possibilidade de aumento da resistência aos antibióticos, os veterinários e os produtores devem avaliar cuidadosamente a eficácia desta prática (Gorden & Plummer, 2010).

1.6.1.12. Programas de vacinação em vitelos jovens

Devido à complexidade do sistema imunológico imaturo dos vitelos e dos sistemas de manejo a que estes estão sujeitos, é um desafio implementar regimes de vacinação eficazes. Uma avaliação de risco deve ser realizada ao criar programas de vacinação para determinar a necessidade de vacinas específicas com base nas ameaças dos agentes patogênicos e nas lacunas de imunidade, como a FTPI (Chase et al., 2008). A agamaglobulinemia é uma característica que define os fetos bovinos. Os vitelos jovens raramente produzem Ac, a menos que ocorra uma infecção *in útero* e, mesmo assim, apresentam níveis relativamente baixos quando comparados com os adultos, com as IgM a constituir a maioria dos Ac (Barrington & Parish, 2001). No vitelo, o título de Ac maternos atinge o seu pico 24 a 48 horas após o consumo do colostro, sendo que este valor se encontra significativamente mais baixo às três semanas de vida. Por volta deste período, o CRB é frequentemente tratado pela primeira vez em vitelos leiteiros (Peek et al., 2018). Ao longo das primeiras semanas ou meses de vida, muitos dos mecanismos de defesa naturais têm o seu nível de ação reduzido (Chase et al., 2008). Uma das preocupações com a prática de imunizar vitelos durante os primeiros meses de vida para prevenir o CRB tem sido a possibilidade de interferência da imunidade de origem materna (Peek et al., 2018). Uma vacinação no primeiro mês de vida para gerar defesa de Ac pode ser necessária se os vitelos estiverem em alto risco de desenvolver a doença devido à alta incidência de FTPI na exploração (Gorden & Plummer, 2010).

Quando o nível de Ac maternos não é suficientemente alto para conferir proteção adequada, mas também não atinge um limiar suficientemente baixo para permitir que se desenvolva uma resposta imune humoral face à vacinação, cria-se uma "janela de suscetibilidade". Nesta fase, o animal torna-se mais suscetível a infeções. Uma abordagem preventiva eficaz reside na imunização dos vitelos antes que o título de Ac maternos atinja níveis insuficientes para conferir proteção. Isso viabilizaria o estabelecimento de uma resposta imunológica vigorosa, proporcionando proteção contínua contra doenças e eliminando a mencionada "janela de suscetibilidade". Vários estudos têm demonstrado que a imunização parenteral de vitelos, quando ainda existem Ac maternos circulantes, dificilmente resultará em seroconversão. Esta conversão é caracterizada pelo aumento dos títulos de Ac até quatro vezes e tem sido um indicador de sucesso vacinal. No entanto, a vacinação nesse contexto tem o potencial de estimular a produção de Ac específicos contra antígenos da vacina, resultando numa prolongada persistência desses Ac. Embora as vacinas parenterais possam não incitar uma resposta humoral imediata, são capazes de desencadear imunidade mediada por células e, devido à existência da memória imunológica, podem induzir respostas durante revacinações subsequentes (Windeyer & Gamsjäger, 2019).

A interferência da imunidade materna depende de vários fatores, incluindo a idade do vitelo, o nível de Ac maternos, o tipo de vacina e o agente patogénico para o qual protege, assim como a sua via de administração. A vacinação de vacas gestantes antes do parto pode aumentar

os Ac no colostro contra antígenos específicos, podendo ser uma estratégia particularmente útil em rebanhos onde o CRB ocorre muito próximo do nascimento (< 30 dias de idade) (Timsit & Woolums, 2022).

A eficácia da vacinação contra o CRB em vitelos de carne e leite jovens depende da quantidade de Ac maternos do colostro, do ecossistema de vírus respiratórios em cada exploração e do grau de semelhança entre as estirpes virais de campo e as estirpes virais vacinais. Normalmente, as vacinas vivas modificadas proporcionam uma imunidade completa de longa duração, tanto humoral como mediada por células, sendo necessárias menos administrações para conferir proteção terapêutica (Stevens et al., 2010; Ellis et al., 2014; Mahan et al., 2016; Chamorro & Palomares, 2020). Em contraste, as vacinas mortas produzem uma resposta humoral potente mas têm uma imunidade mediada por células mais fraca pelo que, necessitam de pelo menos duas doses administradas com intervalos de 21 dias (Ridpath et al., 2010)

Muitas vacinas estão disponíveis para proteger contra as infecções respiratórias comuns, como vacinas para *Mannhaemia hemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somnii*, IBR, BRSV, PI3- e BVDV. Um animal imunocompetente necessita de uma a três semanas para adquirir uma imunidade protetora. Assim, é preferível administrar as vacinas como parte de um programa de pré-condicionamento em vez de no momento da entrada na exploração (Cockcroft, 2015).

A utilização de vacinas intranasais, administradas na superfície da mucosa, é uma forma de evitar a interferência dos Ac maternos. As Ig, especialmente a IgA, formam-se na superfície da mucosa, local onde os potenciais agentes patogênicos podem iniciar a invasão do sistema imunitário. Em vez de apenas atenuarem a intensidade da doença, como se prevê com a administração da vacina parentérica, estes Ac atacam os agentes infecciosos na superfície da mucosa, prevenindo a infecção. Além disso, a vacinação intranasal provoca a libertação de interferão na superfície das mucosas, criando um ambiente antiviral, não específico, que pode promover a maturação do sistema imunitário (Chase et al., 2008).

Foi demonstrado que uma vacina viral trivalente contra o BRSV, o BHV-1 e a PI-3 administrada por via intranasal em vitelos com idades compreendidas entre os três e os oito dias, é protetora contra o CRB nove semanas após a vacinação, mas não 14 semanas após a imunização, o que indica que a proteção é apenas temporária. A mesma vacina também se mostrou promissora na redução da probabilidade de desenvolvimento de lesões pulmonares ultrassonográficas. De um modo genérico, os programas de vacinação para vitelos jovens devem ser desenvolvidos tendo em consideração as pressões infecciosas de cada exploração, e nunca devem substituir um excelente manejo (Peek et al., 2018).

A hiperimunização de vitelos recém-nascidos contra infecções virais e bacterianas através de vacinação repetida em intervalos de duas semanas tem sido aconselhada no contexto de doenças respiratórias endêmicas em vitelos. Atualmente não existe evidência científica de que esta opção seja eficaz. Em vez disso, as estratégias de gestão sanitária e ambiental mencionadas anteriormente parecem desempenhar um papel superior na otimização da saúde e economia do efetivo (Peek et al., 2018).

Após o desmame, tradicionalmente entre os cinco e os oito meses de idade, a morbidade e a mortalidade associadas ao CRB diminuem quando os vitelos de carne são imunizados, por via parenteral, com vacinas multivalentes de vírus vivos modificados isoladamente ou em combinação com vacinas contra bactérias como *Mannheimia haemolytica* e/ou *Pasteurella multocida*. No entanto, o impacto desta vacinação antes do desmame contra o CRB é desconhecido. Em vitelos leiteiros, a eficácia da imunização mostrou-se inconclusiva (Chamorro & Palomares, 2020).

1.6.1.13. Procedimentos de quarentena para animais recém-chegados e doentes

As instalações de quarentena devem ser incluídas nos planos de projeto das explorações leiteiras e engordas, mas são frequentemente negligenciadas, apesar do benefício potencial de proteção contra a disseminação de doenças. Para evitar que a doença se dissemine entre os grupos recém-chegados e o rebanho existente, deve ser preparado um plano de quarentena que abranja os planos de movimentação dos cuidadores e dos animais, alimentação, imunização, testes de doenças e procedimentos de limpeza das instalações. O ideal é que os animais fiquem em quarentena pelo menos 14 a 21 dias (Callan & Garry, 2002).

A BVD é frequentemente introduzida num efetivo leiteiro através da compra de animais de origens diferentes. A prevenção de epidemias de BVD através da vacinação e de outras medidas de controlo tem sido bastante bem conseguida. Os animais que estão persistentemente infetados (PI) servem como uma fonte significativa de transmissão da doença (Callan & Garry, 2002; Angen et al., 2009; Shelton & Hoffman, 2009). Todos os animais que entram e saem do efetivo deveriam ser submetidos a um teste de despistagem adequado para detetar a presença de vírus no tecido apresentado, como parte do procedimento de quarentena, no âmbito de uma política global de biossegurança para a prevenção de doenças respiratórias. Os vitelos devem também ser testados à nascença nos efetivos que tentam obter o estatuto de não indemne em relação à BVD e nos efetivos que compram animais gestantes (Smith, 2009).

O controlo da propagação de doenças nas explorações leiteiras exige o alojamento das vacas doentes numa área separada dos animais saudáveis. Os animais clinicamente doentes libertam uma grande quantidade de agentes nocivos para o ambiente e são uma fonte importante de transmissão de doenças a outros animais, especialmente aqueles com sistemas imunitários enfraquecidos, como os vitelos jovens e as vacas no pré-parto (Callan & Garry, 2002). Ao

escolher um local para as instalações hospitalares, deve ter-se o cuidado de limitar a interação com animais saudáveis e de garantir que o fluxo de ar principal não migra para animais clinicamente sãos (Gorden & Plummer, 2010).

1.6.2. Controlo e gestão de surtos de doenças respiratórias em vitelos leiteiros

Mesmo quando se realiza o exame de um único vitelo, é imperativo conduzir uma avaliação integral que inclua a recolha de uma anamnese abrangente. A obtenção dessas informações é essencial para compilar uma lista de todos os procedimentos relacionados com o manejo dos vitelos que possam ter impacto na saúde desses animais. Na medida do possível, a avaliação deve envolver exames físicos, análises de registos e avaliações das instalações. Adicionalmente, os aspetos nutricionais, o esquema vacinal e os protocolos de tratamento devem ser considerados para oferecer uma avaliação completa. É de grande relevância também avaliar a capacidade dos responsáveis pelo cuidado dos vitelos em identificar casos de doenças respiratórias (Gorden & Plummer, 2010).

A determinação da amplitude dos indicadores clínicos e a veracidade da presença de doença respiratória requer a realização de exames físicos num número substancial de animais afetados clinicamente (Gorden & Plummer, 2010).

O controlo da doença respiratória bovina enfrenta desafios financeiros, além de lidar com formas subclínicas da doença e diagnósticos baseados em informações fornecidas pelos produtores, que frequentemente possuem baixa sensibilidade. Para assegurar a utilização responsável de antimicrobianos, bem como a salvaguarda do bem-estar animal e da rentabilidade, a monitorização rigorosa do CRB em vitelos deve ser uma prioridade. A incorporação regular de técnicas de diagnóstico não contribui apenas para uma melhor compreensão da epidemiologia da doença no rebanho, mas também auxilia na deteção precoce de problemas antes que atinjam níveis críticos (Ollivett & Buczinski, 2016).

2. Estudo experimental

2.1. Objetivos do estudo

O trabalho experimental decorreu em 19 explorações na ilha Terceira e teve como objetivos aferir a prevalência de animais doentes através do CRSC, estimar a prevalência de animais com lesões indicativas de broncopneumonia através da UST de todos os lobos pulmonares e avaliar quais os lobos mais precoce e frequentemente afetados. Para além disso, pretende-se correlacionar a sintomatologia apresentada pelos animais com a sua UST e comparar as lesões apresentadas com os diferentes maneios de cada exploração.

2.2. Materiais e métodos

2.2.1. Desenho experimental

A fim de cumprir os objetivos acima mencionados, optou-se pela realização de um estudo observacional transversal. Os dados foram recolhidos de explorações da ilha Terceira, nos Açores, desde os meses de outubro de 2022 a janeiro de 2023. Para a realização do estudo, utilizou-se uma amostra de conveniência, tentando desta formar abordar explorações com diferentes tipos de maneio. Em cada exploração era esclarecido o propósito do estudo, ao qual os produtores se mostraram bastante recetivos e interessados. Para este trabalho experimental foi elaborado um inquérito relativo ao maneio dos vitelos que era apresentado aos produtores e respondido por estes. Após a caracterização do maneio da exploração, procedia-se à classificação individual de cada vitelo segundo o sistema de pontuação clínico, CRSC, e à realização de ecografia pulmonar e conseqüente classificação segundo o sistema de pontuação ecográfico desenvolvido por Ollivett & Buczinski (2016). O inquérito apresentado aos produtores e a tabela de campo relativa à classificação clínica e ecográfica encontram-se no Anexo 3. As visitas às explorações, assim como a classificação clínica e ecográfica eram sempre acompanhadas e supervisionadas por um MV.

As hipóteses deste estudo são: 1) vitelos aparentemente saudáveis (CRB subclínico) apresentam lesões pulmonares do CRB; 2) o maneio da exploração, bem como as infraestruturas a ela associadas, estão na origem da maioria dos fatores de risco para a saúde respiratória dos vitelos.

O estudo foi dividido em duas partes: a primeira pretende realizar uma descrição das explorações estudadas, atendendo aos dados recolhidos através dos inquéritos realizados em cada exploração; a segunda pretende identificar possíveis fatores de risco para o CRB em vitelos com idades compreendidas entre os 15 e os 30 dias de idade. Para o efeito, recorreu-se ao software SPSS, a fim de realizar uma análise preliminar de dados.

2.2.2. Colheita das amostras e instrumentos de recolha de dados

Para o presente estudo foram selecionadas 19 explorações da ilha Terceira, nos Açores, com um total de 115 animais com idades compreendidas entre os 15 dias e um mês de idade. A cada exploração foi atribuído um número, de 1 a 19, de forma a manter a confidencialidade da mesma. Houve um esforço no sentido de se incluir explorações com diferentes tipos de manejo dos vitelos, com o intuito de chegar a diversas conclusões. Em cada exploração foram avaliados todos os animais que se encontravam na faixa etária pretendida.

Na exploração, após cada vitelo ser selecionado, era recolhido o seu número de identificação oficial, o seu sexo e iniciava-se a sua classificação segundo o CRSC. Esta classificação foi sempre realizada pela autora com a supervisão do MV, normalmente à distância em todos os critérios, exceto na temperatura retal que era medida com recurso a um termómetro digital. Após a classificação, era iniciada a ecografia pulmonar ao vitelo 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 no 10º, 8º, 6º, 5º, 4º e 2º EIC do lado direito e no 10º, 8º, 6º, 5º e 3º EIC do lado esquerdo, de modo a avaliar todos os lobos pulmonares de ambos os pulmões. Em cada EIC pulverizava-se a área com álcool isopropílico a 70% e procedia-se à análise movendo-se a sonda dorso-ventralmente e paralelamente às costelas, como foi anteriormente descrito. Durante o procedimento, o MV visualizava simultaneamente a imagem ecográfica através do telemóvel e era preenchida a segunda parte da Tabela de campo (Anexo 4) para cada lobo pulmonar, sendo que as porções dos lobos craniais eram avaliadas individualmente. Para preenchimento da tabela utilizou-se um sistema de pontuação (Tabela 4) de 0 a 4, em que 0 correspondia ao pulmão sem alterações, 1 correspondia à presença de “caudas de cometa”, 2 representava “consolidação lobular” até 2 cm de extensão, 3 correspondia a “consolidação lobar” e 4 a “abscesso pulmonar”. Também eram avaliadas irregularidades, espessamentos e derrames da pleura. Após a conclusão da avaliação ecográfica, o vitelo era classificado com base no sistema de avaliação proposto por Ollivett & Buczinski (2016), escolhido com base na sua fácil execução em campo.

Tabela 4- Sistema de pontuação das lesões pulmonares

0	Sem alterações
1	Cauda de cometa
2	Consolidação lobular (\leq 2 cm)
3	Consolidação lobar ($>$ 2 cm)
4	Abscesso pulmonar

2.2.2.1. Formulário de Consentimento Informado

Antes de iniciar a recolha dos dados, foi pedido aos responsáveis pelas 19 explorações selecionadas para o estudo que preenchessem, datassem e assinassem um Formulário de Consentimento Informado (Anexo 5), no mesmo dia em que foi efetuado o inquérito. Nesse documento, para além do pedido de autorização para recolha de dados das explorações, também foi pedida autorização para eventuais recolhas de imagens fotográficas de aspetos que fossem relevantes para o estudo em questão. Os dados recolhidos foram eliminados após o tratamento estatístico dos mesmos.

2.2.2.2. Inquérito para caracterização da exploração

O inquérito aplicado aos produtores encontra-se no Anexo 3. Este iniciou-se com o fornecimento de dados da exploração, especificamente o nome do proprietário, o endereço da exploração e a data em que se realizou a visita. Seguidamente, foram colocadas questões sobre o historial de pneumonias na exploração, sobre o alojamento dos vitelos, nomeadamente se é individual ou em grupo, se os animais têm idades semelhantes caso seja em grupo, se o viteleiro se encontra no interior ou no exterior e, no caso do último, se possui ou não abrigo. Também se classificou quanto ao *nesting score* e questionou-se sobre a vacinação dos vitelos. Interrogou-se o proprietário quanto ao encolostramento, se era natural (o vitelo bebe o leite diretamente da progenitora) ou auxiliado (o produtor fornece o leite ao vitelo), a quantidade de colostro fornecido (L/dia), quantas horas após o nascimento era realizada a primeira refeição e que equipamento era utilizado para o fazer. Relativamente ao aleitamento, era perguntada a quantidade fornecida (L/dia), se este era natural ou de substituição e com que frequência é que os vitelos eram alimentados por dia. No que diz respeito à água, o proprietário era indagado se esta estava sempre disponível para os animais e se era adequada para consumo. Quanto à alimentação, se existia alguma suplementação para além do leite e, se sim, clarificar qual o suplemento utilizado – palha/feno e/ou concentrado. Por último, o produtor era interrogado se executava algum protocolo de desinfeção do cordão umbilical após o nascimento dos vitelos.

2.2.3 Análise estatística

2.2.3.1. Classificação de variáveis

As variáveis estudadas classificam-se em cinco grupos: quantitativa discreta, quantitativa contínua, qualitativa nominal, qualitativa nominal dicotómica e qualitativa ordinal. A variável quantitativa discreta é a frequência com que é fornecido leite aos vitelos por dia.

As variáveis quantitativas contínuas são: quantidade de colostro fornecido (L/dia), primeira refeição de colostro após o nascimento (horas) e febre.

As variáveis qualitativas nominais são: equipamento para realizar o encolostramento, “sem alterações”, caudas de cometa, consolidação lobular, consolidação lobar, abscesso, caudas de cometa + consolidação lobular, caudas de cometa + consolidação lobar, aspeto cranial do lobo cranial do PD, aspeto caudal do lobo cranial do PD, lobo médio do PD, lobo caudal do PD, aspeto cranial do lobo cranial do PE, aspeto caudal do lobo cranial do PE e lobo caudal do PE.

As variáveis qualitativas nominais dicotômicas são: historial de pneumonia na exploração, alojamento individual/grupo, animais com idades semelhantes no alojamento em grupo, viteleiro no interior/exterior, com/sem abrigo, vacinação, colostro natural/auxiliado, leite natural/substituição, água disponível, água própria para consumo, suplementação, palha ou feno/concentrado, realização de desinfeção umbilical e presença de lesões pulmonares. Estas foram avaliadas com as respostas “Sim” e “Não”.

O *nesting score* é classificado como variável qualitativa ordinal.

2.2.3.2. Escolha do software e testes realizados

A análise dos resultados foi realizada com recurso ao software estatístico IBM® SPSS® V.28. Procedeu-se a análises de estatística descritiva e inferencial. A estatística descritiva baseou-se em análises de frequências absolutas e relativas, no caso de variáveis qualitativas nominais e ordinais e de medidas de tendência central e de dispersão (mediana, média e desvio padrão) no caso de variáveis de tipo quantitativo. Utilizou-se apresentação tabelar e gráfica para a exposição dos mesmos. Foi ainda efetuado o cálculo dos indicadores de Se, Sp, precisão e valores preditivos negativo e positivo. A análise inferencial foi realizada através da implementação de testes de hipótese e de modelos de regressão.

Para a testagem de amostras emparelhadas com variáveis de tipo quantitativo sem distribuição normal, foi utilizado o teste não paramétrico de Friedman, comparando para o efeito os seus ranks médios. Em caso de observância de diferenças significativas, foi utilizado o teste de comparações múltiplas de Dunn-Bonferroni, para a identificação das amostras com diferenças significativas.

O pressuposto de normalidade de distribuição das variáveis por grupo foi verificado através do teste de Shapiro-Wilk ($n \leq 50$) e de Kolmogorov-Smirnov ($n > 50$). No caso de grandes amostras ($n > 30$), quando não se observou normalidade de distribuição, mas não se observaram violações graves da normalidade - Assimetria $< |3|$ e Curtose $< |8|$ -, com uma distribuição aproximadamente normal. A não normalidade de distribuição de uma das amostras conduziu à utilização de alternativa não paramétrica.

A relação entre duas variáveis quantitativas com distribuição normal foi testada através da correlação de Pearson, tendo-se utilizado a seguinte classificação $< 0,20$ – correlação de

muito baixa intensidade; 0,20 a 0,39 – correlação de baixa intensidade; 0,40 a 0,69 – correlação de moderada intensidade; 0,70 a 0,89 – correlação de alta intensidade; $\geq 0,90$ - correlação de muito alta intensidade (Pestana & Gageiro, 2014).

A relação entre variáveis de tipo qualitativo foi testada através do teste de independência do qui-quadrado. No caso de identificação de associações significativas entre categorias, foi feito com recurso ao critério de Resíduos Ajustados com valores absolutos superiores a 1,96, assim como ao teste de proporções para a avaliação de tendências. Na utilização do teste do qui-quadrado foram assegurados os pressupostos para a sua correta utilização, nomeadamente inexistência de frequências esperadas inferiores a 1 e de menos de 20% de células com frequências esperadas inferiores a 5. No caso de não satisfação das condições foi utilizada a significância estatística do teste exato de Fisher.

Ao nível dos modelos de regressão, realizaram-se regressões de Poisson simples, tendo em conta a natureza qualitativa dicotómica da variável dependente (0 não doente/ 1 doente) e se pretende determinar-se o rácio de prevalências é estatisticamente significativo, ou seja, saber se a prevalência de animais doentes difere significativamente em função das categorias ou magnitude da variável independente.

Um *p-value* bilateral inferior a 0,05 foi considerado estatisticamente significativo. No entanto, para algumas situações considerou-se também o *p-value* inferior a 0,10, por pertinência para o estudo.

2.3.1. Análise descritiva das questões do inquérito

A amostra de estudo é oriunda de 19 explorações, sendo que 11 contribuíram com 5 animais, 5 têm entre 6 e 10 animais e 3 destas mais de 10 animais. A maior exploração tem 21 animais, constituindo 18,3% da amostra de estudo. No Gráfico 1, é possível observar-se a distribuição dos vitelos por exploração.

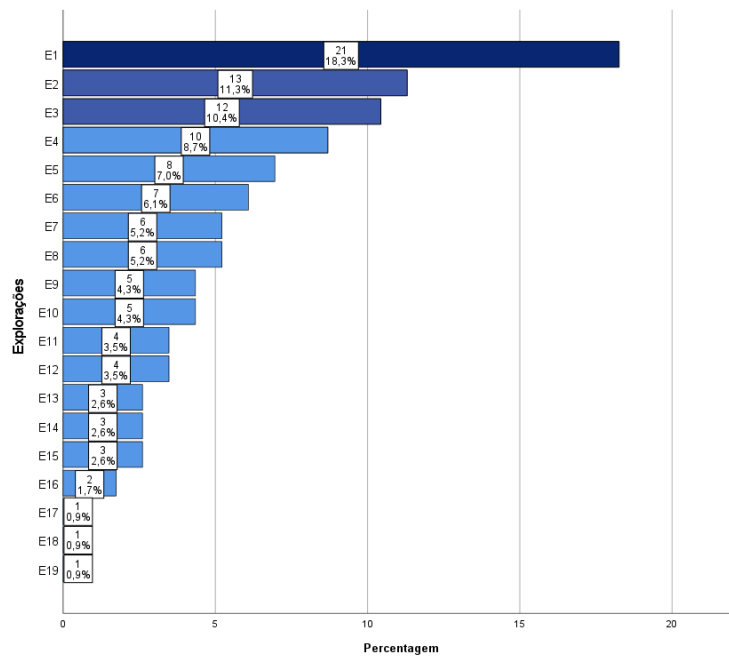


Gráfico 1. Distribuição dos vitelos por exploração (n=115)

Das 19 explorações, 14 têm historial de pneumonia associado (73,7%), enquanto somente 5 não o têm (26,3%), como demonstrado no Gráfico 2. Note-se que as explorações com historial de pneumonia associado têm entre 1 e 21 vitelos e as sem pneumonia associada, entre 1 e 10 vitelos.

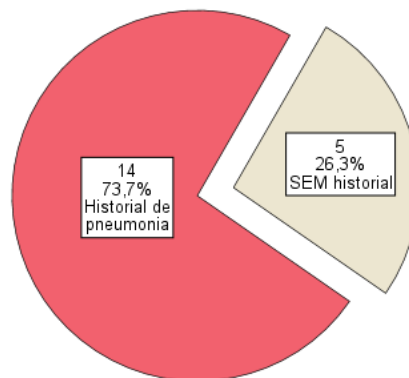


Gráfico 2. Historial de pneumonia por exploração

A amostra de estudo é constituída por 115 vitelos, sendo 63,5% fêmeas e 36,5% machos (Gráfico 3). Destes animais, observa-se que 78,3% dos vitelos tem historial de pneumonia na exploração em que se encontram registados, enquanto 21,7% não (Gráfico 4).

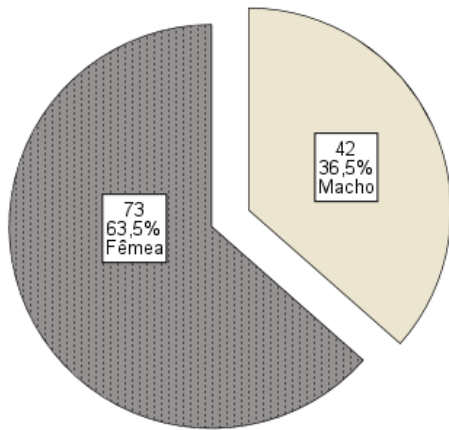


Gráfico 3. Sexo dos vitelos em número absoluto e %

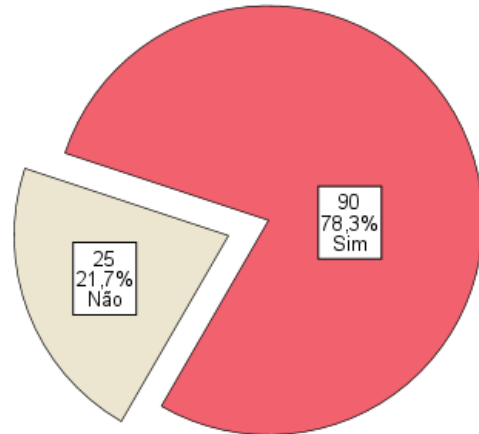


Gráfico 4. Animais com historial de pneumonia na exploração

No que se refere ao tipo de alojamento, a maioria de 53% encontram-se em alojamento individual, enquanto 47% (54 animais) encontram-se alojados em grupo (Gráfico 5). Dos 54 animais alojados em grupo, metade encontram-se integrados num grupo com animais de idades semelhantes e a outra metade com animais de diferentes idades (Gráfico 6).

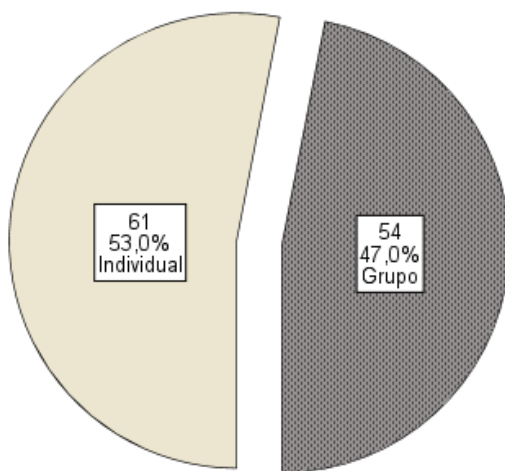


Gráfico 5. Tipo de alojamento

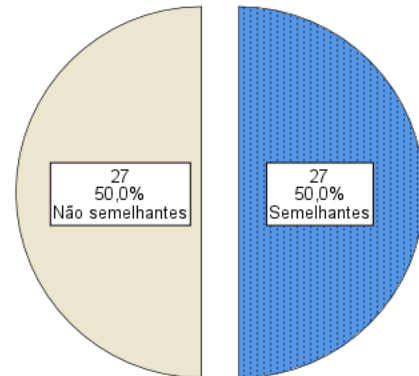


Gráfico 6. Idade dos animais em alojamento de grupo

A maioria dos animais (76,5%) encontra-se num viteleiro no exterior, enquanto os restantes (23,5%) se encontram em viteleiros no interior (Gráfico 7). Dos 88 animais que se encontram num viteleiro no exterior, a maioria (53,4%) dispõe de abrigo, enquanto os restantes (46,6%) não dispõem (Gráfico 8).

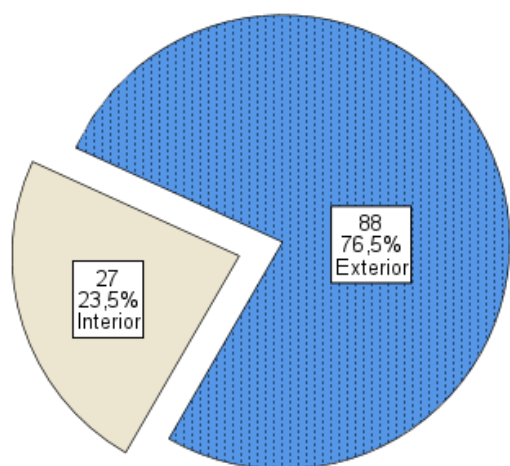


Gráfico 7. Tipo de viteleiro

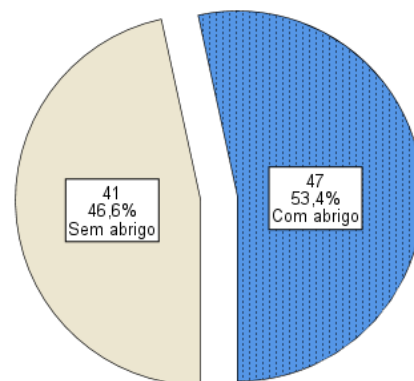


Gráfico 8. Condições em viteleiros exteriores

Segundo os dados, os 115 animais apresentavam os membros totalmente visíveis, e como tal receberam a pontuação 1, segundo o *Nesting Score* (Anexo 6).

Uma análise do tipo de encolostramento revela que 78,3% dos vitelos teve encolostramento auxiliado, enquanto 21,7% teve um encolostramento natural (Gráfico 9). Os 90 vitelos com encolostramento auxiliado consumiram entre 2,5 e 7,0 L/dia, sendo a situação mais frequente o consumo de 3 L/dia, ocorrida em 44,3% destes animais. Metade dos animais consumiram até 3L/dia e 75% até 4L/dia. Em média os vitelos consumiram 3,8L/dia, desvio-padrão (DP) =1,39 de colostro (Tabela 5). A 1ª refeição de colostro ocorreu entre 2 e 10 horas após o nascimento, sendo a situação mais frequente e registada em 42,2% destes animais, 2 horas. Em média os vitelos tiveram a 1ª refeição de colostro 5,3 horas (DP=3,40) após o nascimento. Em termos dos equipamentos utilizados para auxiliar, o biberon foi o mais utilizado, nomeadamente em 82,2% dos vitelos. Seguiu-se o balde sem tetina, utilizado em 11,1% dos animais, e o balde com tetina, utilizado em 6,7% (Gráfico 10).

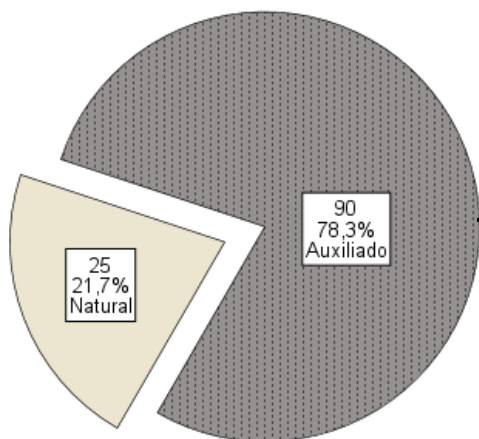


Gráfico 9. Tipo de encolostramento

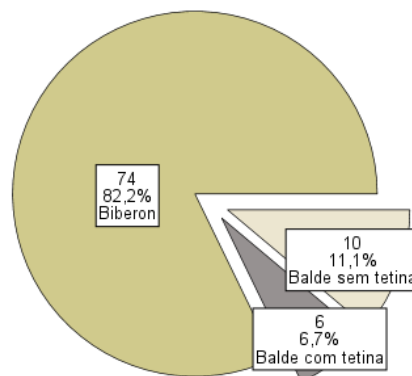


Gráfico 10. Tipo de utensílios utilizados no encolostramento auxiliado (N=90)

Tabela 5. Quantidade de colostro fornecido e número de horas após o nascimento da 1ª refeição de colostro (L/dia)

Colostro	N	Min.- Máx.	Moda (%)	P ₂₅ -P ₇₅	Mediana	M±DP
Quantidade fornecido (L/dia)	90	2,5-7,0	3,0 (43,3)	3,0-4,0	3,0	3,8 ± 1,39
Nº horas pós nascimento da 1ª refeição	90	2 -10	2 (42,2)	2,0-10,0	4,0	5,3 ± 3,40

M. Média; DP. Desvio Padrão P25. Percentil 25; P75. Percentil 75

No que se refere ao leite fornecido aos animais, na totalidade das situações foi com leite natural, não se registando nenhuma situação em que fosse disponibilizado leite de substituição. Um dos vitelos mamou sempre na progenitora, pelo que não foi considerado na forma de fornecimento do leite, constando nessa análise somente 114 animais.

Foram assim fornecidos entre 3 e 8 L/dia de leite aos vitelos, sendo a situação mais frequente e registada em 32,5% , o consumo de 6L/dia. Pode ainda verificar-se que a um quarto dos vitelos foram fornecidos até 4,4L/dia, a metade 6,0L/dia e a 75% 8,0L/dia. Em média foram fornecidos 5,9L/dia (DP=1,54) de leite aos vitelos (Tabela 6). Tem-se também, que à maioria de 71,9% dos vitelos o leite foi disponibilizado 2 vezes por dia e a 28,1% uma vez por dia (Gráfico 11).

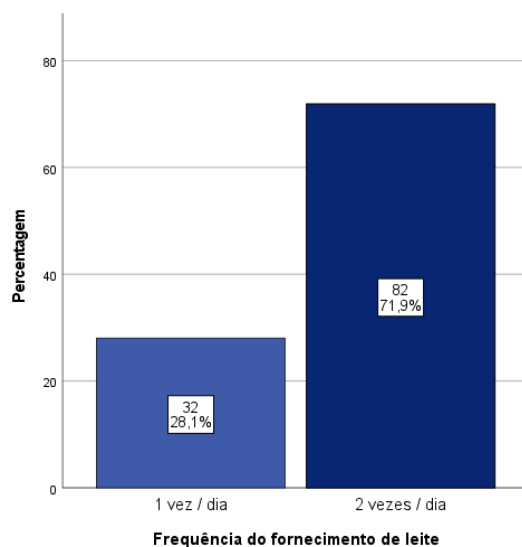


Gráfico 11. Frequência do fornecimento do leite

Tabela 6. Quantidade de leite fornecido aos vitelos

Leite fornecido	N	Min.-Máx.	Moda (%)	P ₂₅ -P ₇₅	Mediana	M±DP
Quantidade (L/dia)	114	3,0 – 8,0	6,0 (32,5)	4,4-8,0	6,0	5,9 ± 1,54

Relativamente à suplementação alimentar, observa-se que a maioria (88,7%) dos vitelos é suplementado com outros alimentos além do leite, enquanto uma minoria de 11,3% só é alimentada com o leite (Gráfico 12). Dos 102 vitelos suplementados, a maioria (61,8%) foi fornecida palha ou feno e concentrado, enquanto 20,6% foram suplementados somente com concentrado e 17,6% só com palha ou feno (Gráfico13). Este resultado é indicador de que 81,8% foram suplementados com alimento concentrado e 79,4% com palha ou feno.

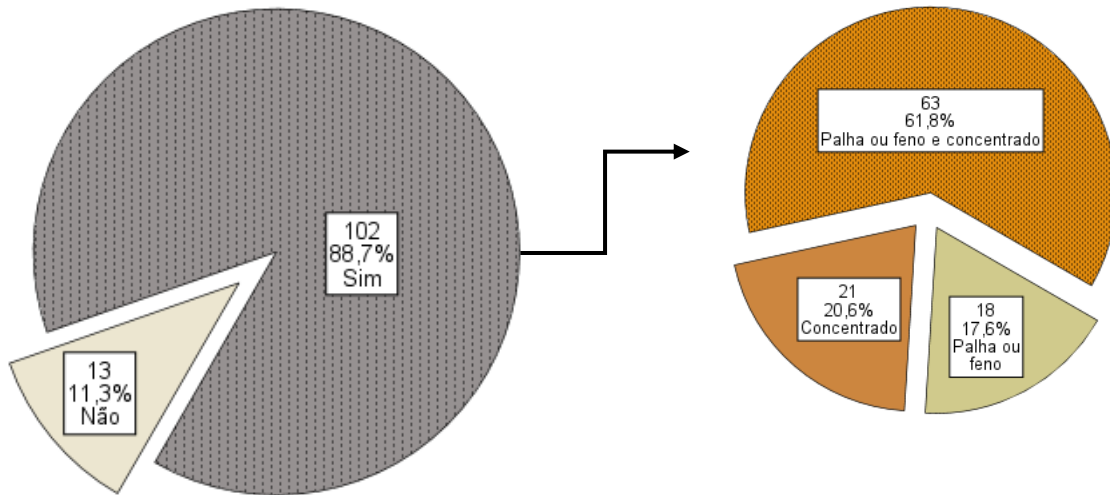
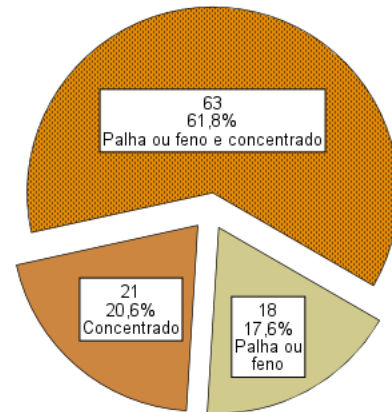


Gráfico 12. Suplementação de alimento

Gráfico 13. Tipo de suplemento



No que se refere ao acesso a água, a maioria (68,7%) dos vitelos tem sempre água disponível, enquanto os restantes (31,3%) não têm (Gráfico 14). Apesar da constante disponibilidade de água para 79 dos vitelos da amostra, para 21,5% destes a água disponível não é própria para consumo, contrariamente aos restantes 78,5%. Para os 36 animais sem água constantemente disponível, a maioria (72,2%) tem acesso a água própria para consumo, contrariamente a 27,8% dos vitelos (Gráfico 15).

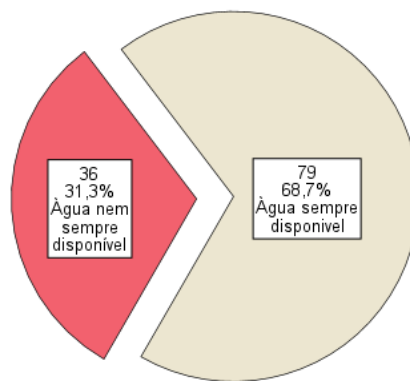


Gráfico 14. Disponibilidade de água

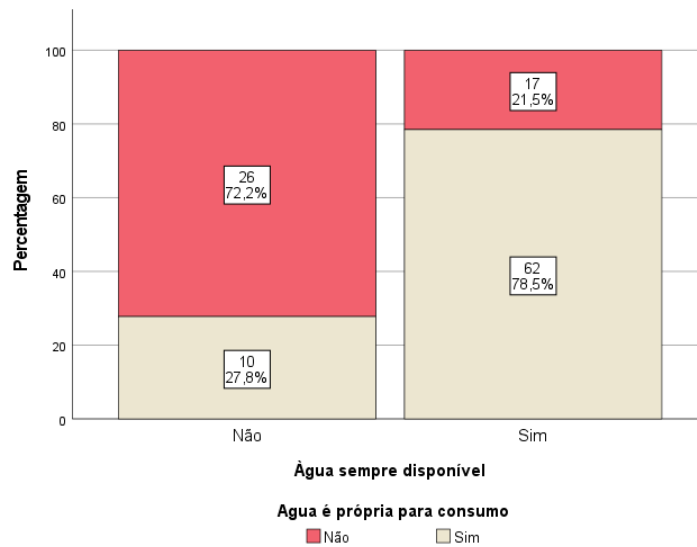


Gráfico 15. Qualidade de água por disponibilidade

Em termos de cuidados de saúde, verifica-se que somente 35,7% dos vitelos são vacinados. Desta forma, a maioria dos animais do estudo (64,3%) não são vacinados pelos seus proprietários (Gráfico 16).

Sobre a maioria de 95,7% dos vitelos, não é executado qualquer tipo de protocolo de limpeza/desinfecção do cordão umbilical desde o nascimento. Somente sobre 4,3% dos animais é executado algum tipo de protocolo a este nível (Gráfico 17).

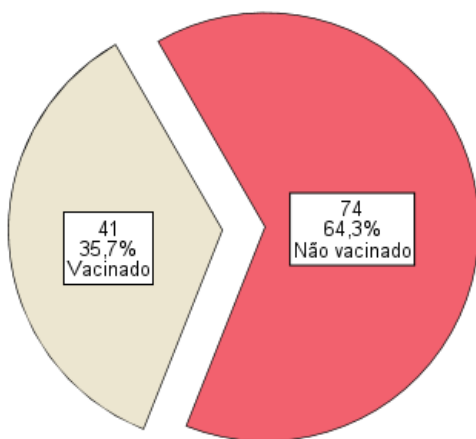


Gráfico 16. Animais vacinados

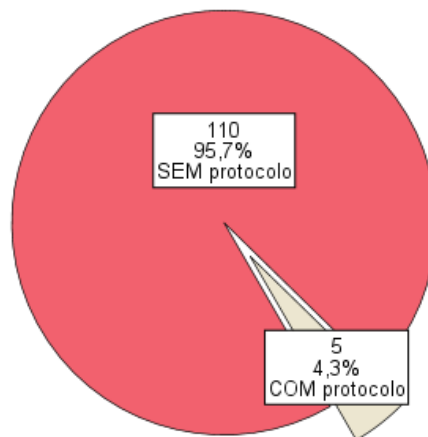


Gráfico 17. Protocolo de limpeza/desinfecção do cordão umbilical

2.3.2. Dados clínicos

Da leitura da Tabela 7, observa-se que a maioria dos animais tiveram score 0 em descarga ocular, nomeadamente 68,7%, 84,3% em tosse, 86,1% em score orelhas e 87,8% em descarga nasal. Já 33,0% dos animais tiveram score 2 em febre e igualmente 33,0% score 3. Estes resultados revelam que scores significativamente diferentes entre os 5 sinais clínicos em referência (Friedman, $X^2_{(4)}=270,117$; $p<0,001$), apresentando os animais scores em febre (RM=4,7022) significativamente superiores a descarga ocular (RM=2,87), tosse (RM=2,53), score de orelhas (RM=2,46) e descarga nasal (RM=2,44).

Tabela 7. Score em sintomatologia clínica

Sintomatologia clínica (n=115)	Score (0-3)								Rank médio	Friedman $X^2(4)$	p
	0		1		2		3				
	n	%	n	%	n	%	n	%			
Febre	7	6,1	32	27,8	38	33,0	38	33,0	4,7022 ¹²³⁴	270,117	<0,001
Descarga ocular	79	68,7	29	25,2	7	6,1	0	0,0	2,87 ¹⁵		
Tosse	97	84,3	16	13,9	1	0,9	1	0,9	2,53 ²		
Score das orelhas	99	86,1	12	10,4	4	3,5	0	0,0	2,46 ³		
Descarga nasal	101	87,8	12	10,4	2	1,7	0	0,0	2,44 ⁴⁵		

1,2,3,4. Mesmos números significam diferenças significativas para $p<0,001$

5. Mesmos números significam diferenças significativas para $p<0,05$

Em termos de resultado total, o score clínico dos animais oscilou entre 0 e 7, com uma média de 2,8 (DP=1,46). Metade dos animais apresentou um score total CRSC até 3, sendo este score o também mais presente na amostra, nomeadamente em 27,8% dos animais (24,3% apresentaram score 2). Os scores intermédios de cerca de 60,0% dos animais oscilaram entre 2 e 4 (Gráfico 18)

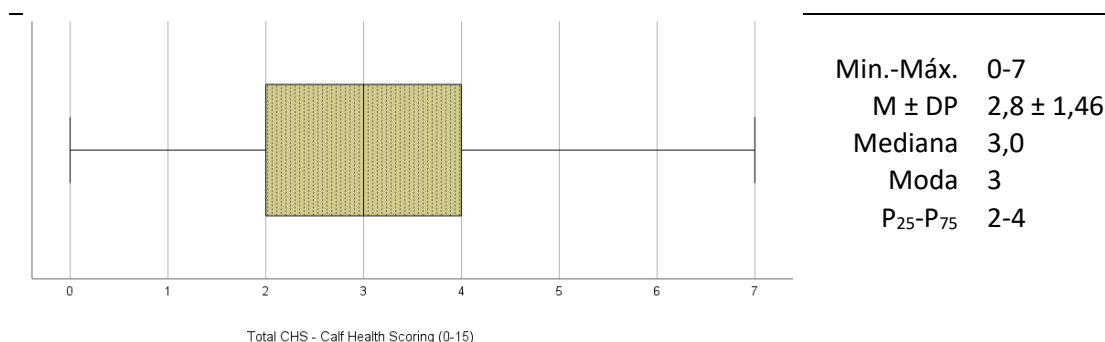


Gráfico 18. Resultado total em Calf Respiratory Scoring Criteria CRSC

Da leitura da tabela 8, observa-se que o aspeto cranial do lobo cranial foi aquele em que os animais registaram mais alterações, nomeadamente 67,0% no PD e 51,3% no PE. Tem-se depois o aspeto caudal do lobo cranial, em que 46,1% dos animais apresentam alterações no PE e 35,7% no PD. Observou-se também que 34,8% dos casos apresentavam alterações no lobo médio do PD, 24,3% no lobo caudal do PD e 22,6% no PE (Tabela 8 e Gráfico 19). Estes resultados revelam que a proporção de casos com alterações difere significativamente em função do lobo de localização ($X^2_{(6)}=70,994$; $p<0,001$).

A proporção de casos com alterações no aspeto cranial do lobo cranial do PD (67,0%) é significativamente superior à proporção de casos com alterações no aspeto caudal do lobo cranial do PE (46,1%), aspeto caudal do lobo cranial do PD (37,5%), lobo médio do PD (34,8%), lobo caudal do PD (24,3%) e lobo caudal do PE (22,6%). Conclui-se ainda que a proporção de casos com alterações nos aspeto cranial do lobo cranial (51,3%) e aspeto caudal do lobo cranial (46,1%) do PE são significativamente superiores à proporção de casos com alterações nos lobos caudal do PD (24,3%) e PE (22,6%).

Tabela 8. Distribuição de alterações por lobos dos pulmões direito e esquerdo

Alterações	Pulmão Direito - Lobo				Pulmão Esquerdo - Lobo			
		Caudal	Médio	Cranial A.Caudal	Cranial A.Cranial	Caudal	Cranial A.Caudal	Cranial A.Cranial
SEM	n	87 _a	75 _{a, b}	74 _{a, b}	38 _c	89 _a	62 _b	56 _{b, c}
	%	75,7%	65,2%	64,3%	33,0%	77,4%	53,9%	48,7%
COM	n	28 _a	40 _{a, b}	41 _{a, b}	77 _c	26 _a	53 _b	59 _{b, c}
	%	24,3%	34,8%	35,7%	67,0%	22,6%	46,1%	51,3%

$X^2_{(6)}=70,994$; $p<0,001$ ab. Letras diferenças indicam proporções significativamente diferentes para $p<0,05$

PD Lobo Cranial A.Cranial (67,0%) >	PE Lobo Cranial A.Cranial (51,3%) > PE Lobo Cranial A.Caudal (46,1%) > PD Lobo Cranial A.Caudal (37,5%) PD Lobo Médio (34,8%) PD Lobo Caudal (24,3%) PE Lobo Caudal (22,6%)	PD Lobo Caudal (24,3%) PE Lobo Caudal (22,6%)
-------------------------------------	--	--

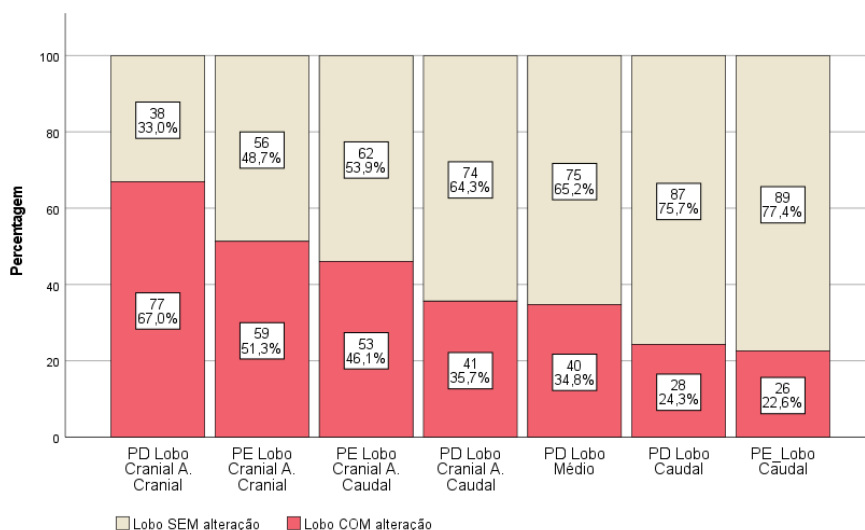


Gráfico 19. Distribuição de alterações por lobos dos pulmões direito e esquerdo

2.3.3. Sensibilidade e Especificidade

Na tabela 9 e 10 encontra-se a distribuição dos resultados de *score* clínico por *score* ecográfico e a avaliação do método do *score* clínico, respetivamente. Da leitura da tabela, observa-se que 78,3% dos casos considerados não doentes por *score* clínico encontra-se efetivamente não doentes e 3,5% dos classificados como doentes, encontra-se efetivamente doentes. Estes resultados revelam uma alta precisão da classificação dos animais através do *score* clínico (81,7%).

Um total de 7,8% de animais foram classificados como falsos negativos, ou seja, que se encontram doentes, mas segundo o CRSC foram classificados como não doentes. Obteve-se ainda 10,4% dos animais classificados como falsos positivos, ou seja, que não se encontram doentes mas foram classificados como tal. Estes resultados revelam que o *score* clínico revela um baixo Valor Preditivo Positivo (25%) e um alto Valor Preditivo Negativo (90,9%).

Por fim, o *score* clínico apresenta uma baixa sensibilidade (30,8%), ou seja, uma baixa capacidade para identificar indivíduos doentes, de entre aqueles que se apresentam doentes e uma alta especificidade (88,2%), nomeadamente uma alta capacidade para identificar indivíduos não doentes de entre os casos sem doença.

Tabela 9. Distribuição dos resultados em score clínico por score ecográfico

		Score Ecográfico				Total	
		Não doente (0-2)		Doente (≥ 3)			
		n	%	n	%	n	%
Score Clínico	Doente (5-15)	12 (B)	10,4	4 (A)	3,5	16 (N1)	13,9
CRSC	Não doente (0-4)	90 (D)	78,3	9 (C)	7,8	99 (N2)	86,1
	Total	102 (M2)	88,7	13 (M1)	11,3	115 (N)	100,0

Tabela 10. Avaliação do método score clínico

Conceitos	Cálculos	Classificação
Sensibilidade	= $a/(a+c)$ = 4/13	= 30,8% - Baixa
Especificidade	= $d/(b+d)$ = 90/102	= 88,2% - Alta
Valor Preditivo +	= $a/(a+b)$ = 4/16	= 25,0% - Baixo
Valor Preditivo -	= $d/(c+d)$ = 90/99	= 90,9% - Alta
Precisão	= $(a+d)/N$ = 94/115	= 81,7% - Alta

Classificação: <0,50 – Baixa; [0,50-0,75[– Média; ≥ 0,75 - alta

Na Gráfico 20 pode ainda observar-se a distribuição dos casos em função do score clínico e score ecográfico, com definição de *cut points* para doença, evidenciando a inexistência de uma relação estatisticamente entre os mesmos ($r=0,048$; $p=0,610$).

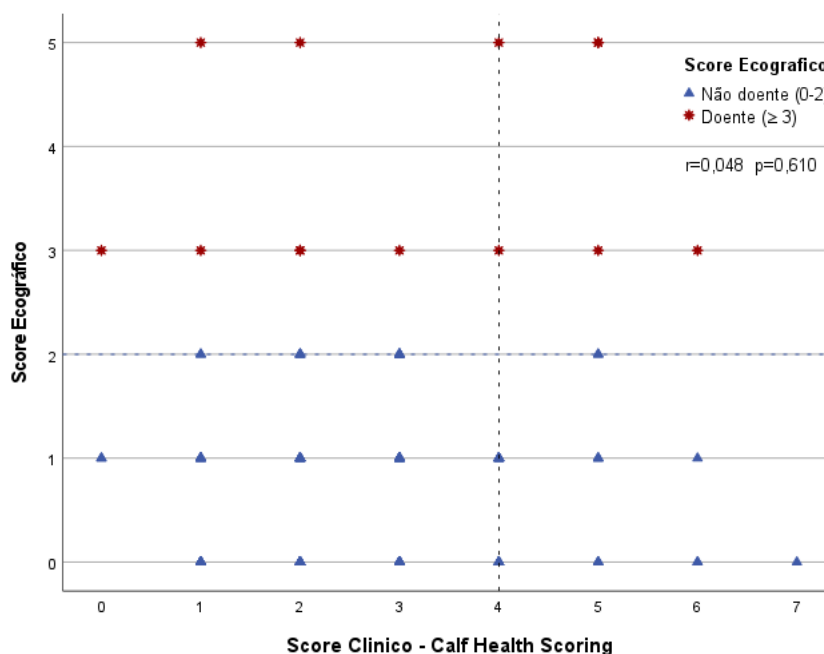


Gráfico 20. Resultados de CRSC vs. Score ecográfico

2.3.4. Efeito das características em estudo na prevalência de animais doentes

De modo a verificar se as variáveis em estudo têm efeito sobre a prevalência de animais doentes, realizaram-se Regressões simples de Poisson, de análise de prevalências e rácio de prevalências (RP) e da correspondente significância estatística. Os resultados são apresentados na Tabela 11 e, da sua leitura, observa-se que os machos apresentam 19,0% de animais doentes e as fêmeas 6,8%, apresentando os machos praticamente o triplo da probabilidade comparativamente com as fêmeas (RP=2,781 IC95%: 0,910; 8,501). A superioridade observada de animais doentes no sexo masculino, não se revela estatisticamente significativa para *p-value* menor que 0,05. No entanto, para uma significância de *p-value* menor que 0,10 pode-se inferir que existem evidências estatísticas de que a prevalência de animais doente dependa do sexo (Wald, $X^2_{(1)}=3,219$; $p=0,073$).

Do mesmo modo, não existem evidências de que a prevalência de animais doentes depende:

- Do tipo de alojamento dos vitelos, individual ou em grupo (RP=1,033; IC95%: 0,347; 3,073; Wald, $X^2_{(1)}=0,003$; $p=0,954$);
- Da localização do viteiro, no exterior ou no interior (RP=1,687; IC95%: 0,374; 7,613; Wald, $X^2_{(1)}=0,463$; $p=0,496$);
- De ser ou não vacinado (RP=1,547; IC95%: 0,520; 4,603; Wald, $X^2_{(1)}=0,615$; $p=0,433$);
- Do tipo de encolostramento (auxiliado ou natural) (RP=3,333,547; IC95%: 0,433; 25,635; Wald, $X^2_{(1)}=1,338$; $p=0,247$) – apesar dos animais com encolostramento auxiliado terem uma prevalência de animais doentes (13,3%) 3,333 vezes superior à dos animais com encolostramento natural (4,0%);
- Do número de horas passadas desde o nascimento até à primeira refeição (RP=0,901; IC95%: 0,748; 1,085; Wald, $X^2_{(1)}=1,205$; $p=0,272$);
- Da quantidade de leite ingerida (RP=1,320; IC95%: 0,917; 1,899; Wald, $X^2_{(1)}=2,238$; $p=0,135$) – apesar do aumento de consumo de leite em 1L/dia aumentar a prevalência de doença em 1,320 vezes (Gráfico 21);
- Da frequência de ingestão de leite (RP=4,683; IC95%: 0,609; 36,014; Wald, $X^2_{(1)}=2,200$; $p=0,138$) – apesar dos vitelos que ingeriram leite 2 vezes por dia apresentarem uma prevalência de doença 4,683 vezes superior à dos vitelos que só ingeriram 1 vez por dia;
- Da disponibilidade de água (RP=1,881; IC95%: 0,632; 5,597; Wald, $X^2_{(1)}=1,290$; $p=0,256$) – apesar dos vitelos que não têm água sempre disponível apresentarem uma prevalência de doença 1,881 vezes superior à dos restantes;
- Do fornecimento de suplementação (RP=1,529; IC95%: 0,199; 11,762; Wald, $X^2_{(1)}=0,167$; $p=0,683$) – apesar dos vitelos suplementados apresentarem uma prevalência de animais doentes 1,529 superior aos não suplementados;

Em oposição, existem evidências de que a prevalência de animais doentes depende:

- Da idade dos vitelos com quem são agrupados (RP=2,375E+12; IC95%: 0,00; 0,00), em que os vitelos agrupados com animais de idades diferentes obtiveram uma prevalência significativamente mais elevada de animais doentes (22,2%) do que os agrupados com vitelos da mesma idade (0,0%);
- Do vitleiro exterior ter abrigo (RP=2,871E+12; IC95%: 0,00; 0,00), em que os vitelos em vitleiros no exterior sem abrigo obtiveram uma prevalência significativamente mais elevada de animais doentes (26,8%) comparativamente ao animais com abrigo (0,0%);
- A quantidade de colostro ingerida (L/dia) (RP=1,416; IC95%: 1,030; 1,945; Wald, $X^2_{(1)}=4,597$; $p=0,032$), em que o aumento de ingestão de colostro em 1 litro, aumenta 1,416 vezes a prevalência de doença nos vitelos (Gráfico 20);
- A água ser própria para consumo (RP=20,093; IC95%: 2,613; 154,527; Wald, $X^2_{(1)}=8,310$; $p=0,004$, em que os vitelos sem água própria para consumo apresentaram uma prevalência de animais doentes (27,9%) 20,093 vezes superior à dos animais com água própria para consumo disponível (1,4%);
- Do fornecimento de suplementação com palha/feno (RP=5,829E+11; IC95%: 0,00; 0,00), em que os vitelos suplementados com palha/feno obtiveram uma prevalência significativamente mais elevada de animais doentes (14,8%) comparativamente com os não suplementados com palha/feno (0,0%);
- Do fornecimento de suplementação com concentrado (RP=3,333; IC95%:1,058; 10,502; Wald, $X^2_{(1)}=4,228$; $p=0,040$), em que os vitelos não suplementados com concentrado apresentam uma prevalência de animais doentes (27,8%) 3,333 vezes superior à dos animais suplementados com concentrado (8,3%).

Tabela 11- Rácio de prevalência de animais doentes por variável em estudo

Variável	Categoria	N (%) Doentes	RP (IC 95%)	Wald	p-value
Sexo	Macho	8 (19,0)	2,781 (0,910; 8,501)	3,219	0,073
	Fêmea ^a	5 (6,8)			
Alojamento	Individual	7 (11,5)	1,033 (0,347; 3,073)	0,003	0,954
	Grupo ^a	6 (11,1)			
Idades (n=54)	Diferentes	6 (22,2)	2,375E+12 ^b (0,00; 0,00)	e	e
	Semelhantes ^a	0 (0,0)			
Viteleiro	Exterior	11 (12,5)	1,687 (0,374; 7,613)	0,463	0,496
	Interior ^a	2 (7,4)			
Abrigo	Sem	11 (26,8)	2,871E+12 ^c (0,00; 0,00)	e	e
	Com ^a	0 (0,0)			
Vacinação	Sim	6 (14,6)	1,547 (0,520; 4,603)	0,615	0,433
	Não ^a	7 (9,5)			
Encolostramento	Auxiliado	12 (13,3)	3,333 (0,433; 25,635)	1,338	0,247
	Natural ^a	1 (4,0)			
QT. Colostro (L/dia)	(n=90)	---	1,416 (1,030; 1,945)	4,597	0,032
1ª refeição pós nascimento (horas)	(n=90)	---	0,901 (0,748; 1,085)	1,205	0,272
QT. Leite (L/dia)	---	---	1,320 (0,917; 1,899)	2,238	0,135
Frequência	2 x dia	12 (14,6)	4,683 (0,609; 36,014)	2,200	0,138
	1 x dia ^a	1 (3,1)			
Água disponível	Não	6 (16,7)	1,881 (0,632; 5,597)	1,290	0,256
	Sim ^a	7 (8,9)			
Própria consumo (n=72)	Não	12 (27,9)	20,093 (2,613; 154,527)	8,310	0,004
	Sim ^a	1 (1,4)			
Suplementação	Sim	12 (11,8)	1,529 (0,199; 11,762)	0,167	0,683
	Não ^a	1 (7,7)			
Palha/Feno	Sim	12 (14,8)	5,829E+11 ^d (0,00; 0,00)	e	e
	Não ^a	0 (0,0)			
Concentrado	Não	5 (27,8)	3,333 (1,058; 10,502)	4,228	0,040
	Sim ^a	7 (8,3)			

a. Categoria de referência b. 2374725033567,582 c. 2870779891426,508 d.582856133197,307500

e. Não calculado porque % doentes =0

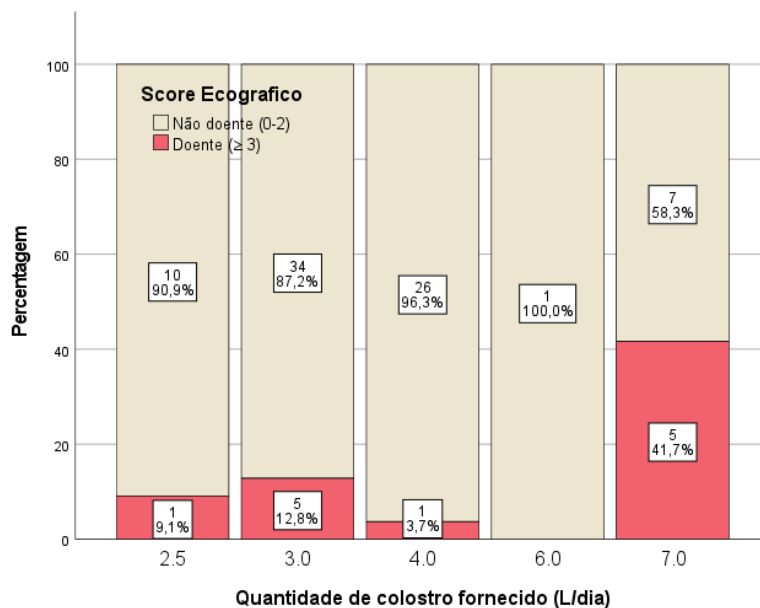


Gráfico 21. Prevalência de doença em função da quantidade de colostro ingerido (L/dia)

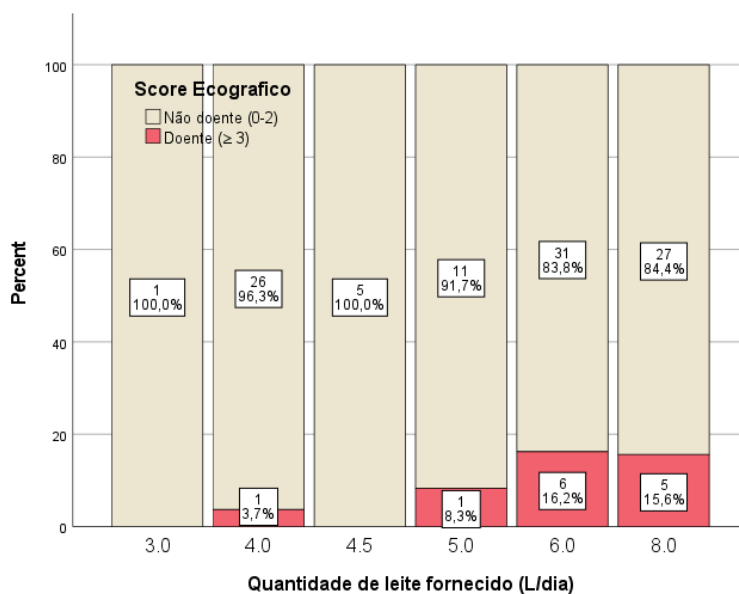


Gráfico 22. Prevalência de doença em função da quantidade de leite fornecido (L/dia)

2.4. Discussão

O aumento da população, o crescimento do poder de compra e as alterações nos estilos de vida estão a contribuir para um incremento significativo da procura de produtos de origem bovina em todo o mundo. Nos próximos 15 anos, é expectável que se registre um aumento de 40% na procura de carne a nível mundial, sendo que uma das fontes mais significativas de

proteína animal é a carne de bovino. Dado o declínio anual do número de produtores, isto pode tornar-se um problema. Consequentemente, as explorações de produção de bovinos estão a ficar maiores e têm um maior número de efetivo, o que dificulta o diagnóstico clínico adequado das doenças (Puig et al., 2022).

Desde o final do século XIX, o CRB tem sido uma das doenças dos bovinos mais investigadas, tendo a sua prevalência aumentado recentemente (Taylor et al., 2010). Isto representa um desafio significativo para os veterinários e produtores, visto que esta síndrome é o principal responsável por perdas económicas devido à mortalidade e morbilidade nos setores de cria, recria de animais jovens e de engorda (Wittum et al., 1996; Smith, 1998; Schneider et al., 2009; Smith et al., 2020)

O CRB é uma síndrome multifatorial influenciado por fatores do hospedeiro e do ambiente, agentes patogénicos e práticas de manejo animal. Os agentes patogénicos incluem componentes bacterianos e virais que tendem a ser ubíquitos nas populações bovinas (Aly et al., 2020).

Relativamente ao estudo realizado, no que toca aos dados dos inquiridos respondidos pelos produtores, é importante ter em consideração que as respostas fornecidas correspondem a valores médios e estimativas calculadas pelos próprios, pelo que não podem ser considerados dados precisos. Quanto aos parâmetros “Quantidade de colostro (L) fornecido por dia”, “Quantas horas após o nascimento é realizada a 1ª refeição” e “Quantidade de leite (L) fornecido por dia”, as respostas cedidas pelos produtores eram referentes ao manejo habitual realizado na exploração e não a cada vitelo observado individualmente. Como resultado, alguns dos dados recolhidos tendem a ser gerais e pouco precisos, nem sempre traduzindo a realidade de cada animal.

Durante a realização do inquérito, alguns produtores mostraram-se surpreendidos com algumas das questões, nomeadamente com a disponibilidade constante de água, a suplementação dos animais com outro alimento além do leite e com a prática de desinfeção do cordão umbilical à nascença. Alguns produtores afirmaram que não tinham conhecimento sobre os vitelos beberem água ou ingerirem alimento enquanto se alimentavam de leite, nomeadamente em oito e quatro explorações, respetivamente. A grande maioria dos produtores (18), ainda referiram que nunca tinham praticado qualquer tipo de limpeza do cordão umbilical, desvalorizando esse procedimento como uma boa prática de manejo.

Para a realização do estudo não foi necessário adquirir novo equipamento, pois a UNICOL já possuía ecógrafo e álcool isopropílico, o que constituiu uma grande vantagem tendo em conta o acréscimo de informação que se obteve. Deste modo, a UST considera-se uma técnica exequível para a maior parte dos MV. A classificação de cada vitelo segundo o *score* clínico CRSC e o *score* ecográfico foram realizadas pelo mesmo operador, de forma a conferir

maior fiabilidade aos dados recolhidos. O estudo realizado comprovou o valor da UST na deteção de lesões secundárias à broncopneumonia, tendo também provado ser uma técnica fácil, rápida e aplicável no campo. Para além disso, foi possível concluir que as lesões de broncopneumonia podem ser observadas nos animais a partir dos 15 dias de vida.

Segundo os resultados obtidos pela realização do inquérito, podemos observar que dos 115 animais avaliados, 90 pertenciam a 14 explorações com historial de pneumonia. No entanto, apenas quatro dessas explorações realizavam a vacinação dos vitelos, utilizando a vacina Bovilis INtranasal RSP Live ®. Esta é indicada para imunização ativa de vitelos, a partir do dia do nascimento, com o objetivo de reduzir os sinais clínicos da doença respiratória e a disseminação dos vírus BRSV e PI3. No entanto, a presença de Ac maternos pode reduzir a eficácia da vacinação contra BRSV (DGAMV, 2022).

Relativamente à maior percentagem de fêmeas utilizadas no estudo comparativamente aos machos, 63,5% e 36,5% respetivamente, tal pode dever-se ao facto de alguns produtores não pretenderem realizar a engorda dos machos na exploração, vendendo-os com poucos dias de vida a outras explorações.

No que se refere ao alojamento, este depende das infraestruturas que cada exploração dispõe. Contudo, poucos produtores mantinham os animais segundo as indicações de alojamento ideais demonstradas pela literatura, de forma a prevenir infeções respiratórias e em vitelos. Outro fator importante a ter em consideração é a manutenção e limpeza dos espaços, mantendo-os secos e limpos, de modo a reduzir a probabilidade de infeções orais com microrganismos ambientais (Villarroel et al., 2007).

Relativamente ao *nesting score*, nenhum dos vitelos selecionado para o estudo dispunha de uma cama confortável, sendo atribuída uma pontuação de 1 a todos os indivíduos. Na sua maioria, estavam em contacto direto com o solo e, no caso dos que tinham camas de palha, verificou-se que o material não era fornecido em quantidade suficiente. A palha é um material comumente utilizado para fornecer uma cama confortável e quente para os vitelos, ajudando a prevenir doenças respiratórias. A profundidade desta é importante para criar uma barreira de ar quente em redor do vitelo, ajudando a manter uma temperatura adequada, daí a sua importância (Lago et al., 2006; Nordlund, 2008).

O encolostramento auxiliado foi realizado em 90 vitelos (78,3%), visto que a maioria dos produtores separava os vitelos recém-nascidos das progenitoras à nascença. Destes animais, 74 vitelos (82,2%) realizavam o encolostramento com biberão, enquanto que os restantes utilizavam balde sem e com tetina, 10 (11,1%) e 6 (6,7%) respetivamente. Em 25 vitelos foi realizado o encolostramento natural, ou seja, o vitelo era deixado com a progenitora durante esse período. Diversos estudos compararam a influência dos diferentes métodos na transferência passiva de imunidade e concluíram que o encolostramento natural pode conduzir a riscos

elevados de FTPI . Uma possível explicação é que parece haver uma grande variação no tempo entre os períodos de alimentação voluntária dos vitelos (Robbers et al., 2021). Conforme a literatura, existem evidências de que a alimentação dos vitelos com tetina, seja esta acoplada a um biberão ou a um balde, está associada a uma maior eficiência da absorção de IgG e, consequentemente a uma menor probabilidade de FTPI (Poborská et al., 2021).

Quanto ao número de horas após o nascimento em que era realizada a primeira refeição, esta dependia da altura do dia em que o vitelo nascia, o que explica a grande variabilidade de respostas que se obteve por parte dos produtores. Caso o vitelo nascesse durante o período pós-ordena da tarde, só no dia seguinte é que seria separado da progenitora. O fornecimento de colostro deve ser realizado o mais rapidamente após o parto, idealmente nas primeiras horas (Godden et al., 2019). À medida que o número de horas após o nascimento aumenta, os vitelos ficam mais suscetíveis a infecções, pois é o colostro rico em Ac que determina a sua imunização (Zhao et al., 2023).

Segundo os dados obtidos, a quantidade de colostro variava entre 2,5 e 7,0 L/dia. A quantidade fornecida de colostro era muitas vezes insuficiente, tendo em conta que deveria corresponder a 10%-12% do peso corporal ao nascimento (Godden et al., 2019; Parish, 2019). Visto que a alimentação com colostro é crucial para a saúde e sobrevivência do vitelo, é primordial satisfazer as suas necessidades, e para tal é fundamental educar os produtores nesse sentido. Volumes de administração insuficientes podem estar associados a vitelos com FTPI e, como vários estudos indicam, estes animais são mais propensos a desenvolverem CRB (Peek et al., 2018).

No que se refere ao leite fornecido aos animais, a quantidade variava entre 3,0 e 8,0 L/dia. Nas primeiras semanas de vida, o leite é a principal fonte de alimento e, como tal, deve ser disponibilizado em quantidades suficientes, de forma que garanta que recebe a quantidade adequada de nutrientes (Godden et al., 2019). A frequência com que os vitelos devem ser alimentados com leite varia de acordo com a idade e o peso do animal. Nas primeiras semanas de vida é recomendado que os vitelos sejam alimentados com leite ou outro substituto, duas a três vezes ao dia (ProviCo, 2023). De acordo com os resultados obtidos, apenas 32 vitelos (28,1%) eram alimentados uma única vez por dia, tendo os restantes 82 (71,9%) alimentação bidária.

Em relação à ingestão de água, 79 vitelos (68,7%) tinham acesso permanente 24 horas por dia. No entanto, apenas 62 animais tinham água potável para o seu consumo. A água desempenha um papel essencial na hidratação do vitelo e também no desenvolvimento do rúmen (Lowe et al., 2022). Apesar da falta de consenso entre alguns autores, é recomendado que se ofereça água potável aos vitelos desde o primeiro dia de vida para garantir que as suas necessidades são satisfeitas (Broucek, 2019).

No que se refere à suplementação dos vitelos, 88,7% dos animais (102 vitelos) eram suplementados para além do leite. Desses, 21 eram suplementados unicamente com concentrado, 18 com palha/feno e 63 com ambos. Os vitelos utilizados no estudo já se encontram na segunda fase de desenvolvimento do sistema digestivo, que corresponde à fase de transição, sendo por isso importante que haja introdução de alimentação sólida (Drackley, 2008).

No que diz respeito à desinfeção do cordão umbilical à nascença, esta só foi realizada em cinco dos 115 vitelos. A infeção das estruturas umbilicais ocorre no nascimento e resulta de uma infeção bacteriana mista (Radostis et al., 2000). A desinfeção do cordão umbilical reduz o risco de septicémia, uma das principais causas de morte em vitelos recém-nascidos, e apresenta vantagens para a saúde e bem-estar dos animais, contribuindo para maiores taxas de crescimento e, conseqüentemente, melhor produtividade da exploração (Mee, 2008). Como tal, é bastante alarmante que esta prática só se tenha verificado em 4,3% dos animais.

É essencial ter consciência das limitações da deteção do CRB através de sintomatologia clínica ou de alterações no comportamento dos animais. Animais afetados pela mesma doença podem apresentar vários sinais clínicos e o seu nível de expressão também pode variar (Aich et al., 2009). Além disso, a expressão dos sintomas clínicos é influenciada por uma variedade de fatores, relacionados com o ambiente, com os agentes patogénicos e com os próprios animais (Louie et al., 2018). Animais sem sintomatologia clínica associada podem realmente ser saudáveis, quer porque nunca contactaram com os agentes causadores da doença, quer porque contactaram e resistiram à agressão, ou porque são considerados animais com CRB subclínico. Da mesma forma, animais que apresentam cronicidade podem não exibir sinais clínicos indicativos de CRB (Abutarbush et al., 2012). Desta forma, o uso exclusivo de *scores* clínicos, como o CRSC, apresenta limitações na deteção de vitelos com a doença. Outro fator limitante na deteção do CRB em animais através de *scores* clínicos prende-se com a experiência do MV que a executa (Edwards, 2010a).

Segundo os dados obtidos pela Tabela 3, a febre ($RM=4,7022$) é o sinal clínico que apresenta *scores* significativamente superiores em relação aos restantes sinais. Lowie et al. (2022) concluíram que a tosse, a temperatura retal e a frequência respiratória são os sinais clínicos mais promissores para a deteção de pneumonia em vitelos em explorações de deteção contínua. No entanto, a precisão é ainda muito baixa para ser utilizada na tomada de decisão relativamente à implementação de antibioterapia.

Da leitura da Tabela 4, podemos concluir que os lobos mais frequentemente afetados são o aspeto cranial do lobo cranial do PD, seguido pelo aspeto cranial do lobo cranial do PE e pelo aspeto caudal do lobo cranial do PE. Segundo Ollivett & Buczinski (2016b), o aspeto cranial do lobo cranial do PD é o mais frequentemente afetado, seguido do lobo médio do PD e do aspeto caudal do lobo cranial do PE. Os resultados obtidos são coerentes com a literatura, à exceção do lobo médio do PD que se esperava que estivesse associado a mais lesões

comparativamente com outros lobos pulmonares. No entanto, conforme as indicações científicas mais recentes, os lobos cranioventrais são os mais comumente afetados devido à sua anatomofisiologia. Estes lobos são mais suscetíveis a doenças respiratórias porque recebem maior fluxo de ar e, portanto, são expostos a mais agentes patogénicos. Além disso, os lobos cranioventrais são mais densamente vascularizados e têm maior capacidade de trocas gasosas, o que os torna mais propensos a desenvolver inflamação e edema em resposta a infeções respiratórias (Bryson et al., 1983; Oucheriah et al., 2017).

A prevalência de doença segundo o sistema de pontuação clínico CRSC (13,9%) foi superior à obtida pela pontuação do *score* ecográfico (11,3%), como observado na Tabela 9. Esta diferença pode dever-se ao facto de uma pontuação elevada através do CRSC poder estar associada a outra afeção que não respiratória devido à falta de especificidade dos sinais clínicos, como por exemplo septicémias, infeções umbilicais e diarreias neonatais. Outro fator importante a ter em conta e que também parece ter contribuído para a perda de sensibilidade na avaliação ecográfica, é o facto de apenas os vitelos com consolidações lobares (pontuação 3 ou superior) serem considerados doentes. Apesar de por vezes existirem outras lesões, como irregularidades e espessamentos da pleura, alveologramas, entre outros, que segundo o sistema de pontuação utilizado não contribuem para a classificação do vitelo como doente. Para além disso, os casos de lesões de consolidação podem ser resultado de outras causas não relacionadas com CRB, como por exemplo atelectasia pulmonar e neoplasias. No entanto, tendo em conta que a broncopneumonia é a principal causa de lesões pulmonares em vitelos, considera-se que mesmo que exista uma percentagem de animais com consolidações por outras razões, esta será insignificante.

A análise da Tabela 9 também revela um resultado interessante no que toca à concordância entre ambos os métodos, em que 90 animais são considerados saudáveis e quatro são considerados doentes, em ambos os *scores*. Quanto aos 12 animais que são considerados doentes unicamente segundo o CRSC, tal facto pode ser explicado pela informação abordada no parágrafo anterior. Os nove vitelos classificados como não doentes de acordo com o *score* clínico que foram classificados como doentes através do *score* ecográfico, apresentando consolidações lobares, podem corresponder a animais com CRB subclínico e, como tal, representar uma pista de estudo.

No que toca aos fatores em que existe evidências de dependência, os vitelos agrupados com animais de idades diferentes têm uma prevalência significativamente mais alta de animais doentes comparativamente com vitelos agrupados com idades semelhantes, seguindo a mesma tendência revelada no trabalho de Svensson & Liberg (2006). Segundo Peek et al. (2018), animais inseridos em lotes em que a diferença etária é superior a dez dias apresentam maior incidência de doenças. Podemos então resumir que o agrupamento de vitelos com idades semelhantes pode trazer várias vantagens, incluindo redução do risco de transmissão de

doenças, melhor desempenho, menor risco de comportamentos anormais, como o *cross-sucking*, e melhor manejo (Jensen, 2003; Raussi et al., 2010).

Quanto à disponibilidade de água, esta não demonstrou uma influência significativa na prevalência de doença. No entanto, os vitelos sem água própria disponível para consumo apresentaram uma prevalência de doença superior. Segundo estudos anteriores, a oferta *ad libitum* de água própria permite maximizar a ingestão de concentrado e, desta forma, aumentar o peso vivo do animal (Kertz et al., 1984).

Em relação a ter ou não suplementação, esta não demonstrou ter um impacto significativo na prevalência de doença. Quanto à suplementação com concentrado, animais não suplementados apresentaram prevalências superiores de doença, visto que o fornecimento de energia, proteínas e outros nutrientes é menor, o que leva a um menor desenvolvimento do sistema imunitário (Lochmiller & Deerenberg, 2000). Os resultados obtidos em relação à suplementação com palha/feno, em que vitelos suplementados têm uma maior prevalência de doença, são contrários ao descrito na literatura. Num estudo conduzido por Bagheri et al. (2021), a suplementação com palha aumentou o consumo de alimentos sólidos e melhorou o bem-estar dos vitelos. Como tal, teria sido interessante averiguar o método de distribuição de palha/feno aos animais, uma vez que este poderá influenciar a saúde respiratória dos vitelos.

Quanto aos vitelos que habitam no exterior sem acesso a abrigo, existe uma prevalência significativamente mais alta de doença comparativamente aos animais que possuem abrigo. Os fatores ambientais têm influência na exposição dos animais aos agentes patogénicos, assim como na sua resistência a estes. A sobrelotação, os excessos de temperatura, a humidade e a falta de lugares de repouso adequados, entre outros fatores de *stress*, deprimem a imunidade e aumentam a probabilidade de doença (Gomes, 2017). No entanto, o facto de o alojamento ser individual ou em grupo, assim como a localização deste (exterior ou interior) não afetaram significativamente a prevalência de doença.

Apesar dos resultados obtidos relativamente à quantidade de colostro ingerido, em que quantidades superiores estavam associadas a maior prevalência de doença, não existe nenhuma explicação científica que possa justificar tal conclusão, podendo tratar-se de uma limitação do estudo. O colostro é crucial para a saúde e para o desenvolvimento dos vitelos recém-nascidos, fornecendo Ig, nutrientes, fatores de crescimento e leucócitos maternos (McGuirk, 1988; Gomez & Chamorro, 2017; Lopez & Heinrichs, 2022).

A diferença na prevalência de doença entre machos e fêmeas mostrou-se estatisticamente significativa quando $p\text{-value} < 0,10$, podendo aferir-se que o sexo pode constituir um fator de risco para o CRB. Apesar das opiniões contraditórias, diversos estudos têm sido efetuados com o objetivo de investigar essa relação. Em dois estudos que analisaram a prevalência de doença desde o nascimento até à fase de engorda, os vitelos machos

apresentaram maior risco de desenvolver doença do que as fêmeas (Muggli-Cockett et al., 1992; Wittum & Perino, 1995; Taylor et al., 2010). Estes resultados podem ser explicados pelo facto de as fêmeas serem consideradas mais valiosas e muitas vezes servirem como novilhas de substituição na exploração. Pelo contrário, a grande maioria dos machos é encaminhada quase exclusivamente para explorações de engorda.

A prática de vacinações nos vitelos, em que seria expectável encontrar uma forte associação com o não desenvolvimento de doenças, não demonstrou uma evidência significativa na diminuição da prevalência de animais doentes, o que constituiu uma surpresa. Isto pode ser justificado pelo facto de apesar da realização desta prática importante, existirem muitos aspetos de manejo que necessitam de ser melhorados. Para além disso, em explorações sem historial de pneumonias, a prática da vacinação é muitas vezes subvalorizada até o problema se encontrar instalado. Todavia, segundo a literatura, a vacinação pode melhorar a resposta imunológica dos vitelos, reduzindo a morbidade e mortalidade, melhorando o seu desempenho e podendo auxiliar na prevenção da disseminação de doenças respiratórias, reduzindo o risco de transmissão de agentes patogénicos entre os animais (Chase et al., 2008).

O tipo de encolostramento, auxiliado ou natural, não apresentou diferenças significativas na prevalência de doença, apesar desta ser mais alta no primeiro caso. No entanto, está comprovado que o método de ingestão do colostro tem influência a otimização deste. A forma mais natural e fisiológica é a do encolostramento natural, seguida da alimentação através de uma tetina, seja associada a um biberão ou a um balde (Poborská et al., 2021). Relativamente ao número de horas após o nascimento até à primeira refeição, concluiu-se que não tinha impacto significativo. Como referido anteriormente, o vitelo nasce sem qualquer tipo de defesas, e, portanto, o momento da alimentação com colostro é crucial para alcançar altas taxas de absorção de IgG. A transferência de Ig do colostro para a corrente sanguínea do vitelo deve-se a uma capacidade temporária de absorver proteínas no intestino durante as primeiras horas de vida. Aproximadamente ao fim de 24 horas após o nascimento, as células do intestino perdem a capacidade de absorção e transporte de outras moléculas (Lopez & Heinrichs, 2022).

A quantidade de leite ingerido e a frequência da sua ingestão também não mostraram ter um efeito significativo na prevalência de doença. Como está descrito na literatura, a quantidade de leite que deve ser disponibilizada a cada animal depende de vários fatores, entre os quais se incluem a raça, a idade, as condições ambientais e os objetivos de produção. Contudo, é importante garantir que a quantidade de leite corresponda entre 10-12% do peso corporal ao nascimento (Godden et al., 2019; Parish, 2019).

Quanto às limitações do estudo, é importante referir que a classificação dos animais segundo o CRSC se trata sempre de uma classificação subjetiva. No entanto, a execução desta foi realizada sempre pelo mesmo operador, assim como durante a UST, de forma a tentar minimizar a subjetividade inerente. Relativamente ao sistema de classificação ecográfico

escolhido, o método de pontuação não tem em conta anomalias como pneumotórax, líquido pleural, abscessos e necrose. Num estudo futuro, seria interessante acompanhar os animais, reavaliando clínica e ecograficamente com o objetivo de observar a evolução das lesões apresentadas. Para uma melhor comparação dos métodos de diagnóstico, seria benéfica a realização de necropsia, considerada o teste *gold standard*, de forma a relacionar as lesões observadas ecograficamente com o estado e gravidade da doença, assim como o possível impacto do tratamento que se realize.

2.5. Conclusão

O prejuízo económico associado ao CRB deve-se às perdas relativas à mortalidade, assim como aos gastos e perdas associadas à morbilidade. Os custos associados a programas de vacinação e de desparasitação também são uma componente relevante (Cramer & Ollivett, 2019).

Este estudo permitiu a observação de lesões pulmonares com recurso à UST, em animais com idades compreendidas entre os 15 dias e um mês de idade. Em cada animal foram realizadas ecografias em todos os lobos pulmonares, tanto do PD como do PE. A prevalência de animais doentes, segundo o sistema ecográfico, foi de 13,9%, ao passo que a percentagem de animais doentes, segundo o CRSC, foi de 11,3%.

Ambas as hipóteses formuladas no início do estudo foram verificadas. Vitelos aparentemente saudáveis, com *scores* CRSC inferiores a 3, apresentaram lesões pulmonares de CRB e provou-se que existem evidências relativamente ao maneio da exploração, bem como às infraestruturas a ela associadas, constituindo alguns fatores de risco para a saúde respiratória dos vitelos.

Num estudo futuro, como referido anteriormente, aconselha-se o acompanhamento dos animais, de modo a observar a evolução das lesões pulmonares. Para além disso, poderá ser interessante realizar o estudo seguindo o sistema de pontuação ecográfico desenvolvida por Adams & Buczinski (2016) que permite a quantificação de lesões de forma mais precisa relativamente à quantidade de parênquima pulmonar consolidado. Com o objetivo de se aferir quais os fatores que efetivamente constituem um risco e quais podem ter um efeito protetor, sugere-se também a realização do estudo com uma amostragem superior de animais.

De qualquer forma, este trabalho constituiu um passo importante na abordagem ao CRB, enquanto problema transversal a todos os setores, tendo demonstrado a importância da UST como método de diagnóstico precoce. Dado o acréscimo de informação que se obteve, concluiu-se que a UST poderá a vir ser adotada como uma prática recorrente na indústria pecuária em Portugal, uma vez que é um método rápido, não invasivo e pouco dispendioso.

Bibliografia

- Abutarbush S, Pollock C, Wildman B, Perrett T, Schunich O, Fenton R, Hannon S, Vogstad A, Jim G & Booker C (2012) Evaluation of the diagnostic and prognostic utility of ultrasonography at first diagnosis of presumptive bovine respiratory disease. In *The Canadian Journal of Veterinary Research* (Vol. 76).
- Ackermann M, Derscheid R & Roth J (2010) Innate immunology of bovine respiratory disease. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 26, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.03.001>
- Adams E & 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). <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10260>
- Aich P, Babiuk L, Potter A & Griebel, P (2009) Biomarkers for prediction of bovine respiratory disease outcome. *OMICS A Journal of Integrative Biology*, 13(3). <https://doi.org/10.1089/omi.2009.0012>
- Aich P, Potter A & Griebel P (2009). Modern approaches to understanding stress and disease susceptibility: A review with special emphasis on respiratory disease. In *International Journal of General Medicine* (Vol. 2). <https://doi.org/10.2147/ijgm.s4843>
- Allen J, Viel L, Bateman K & Rosendal S (1992) Changes in the bacterial flora of the upper and lower respiratory tracts and bronchoalveolar lavage differential cell counts in feedlot calves treated for respiratory diseases. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 56(3).
- Allen J, Viel L, Bateman K, Rosendal S, Shewen P & Physick-Sheard P (1991) The microbial flora of the respiratory tract in feedlot calves: associations between nasopharyngeal and bronchoalveolar lavage cultures. *Canadian Journal of Veterinary Research = Revue Canadienne de Recherche Vétérinaire*, 55(4).
- Aly S, Karle B, Williams, D, Maier, G. U., & Dubrovsky, S. (2020). Components of a risk assessment tool for prevention and control of bovine respiratory disease in preweaned dairy calves. In *Animal Health Research Reviews* (Vol. 21, Issue 2). <https://doi.org/10.1017/S1466252320000201>
- Amaral-Phillips, D. M., Scharko, P. B., Johns, J. T., & Franklin, S. (2001). Feeding and Managing Baby Calves from Birth to 3 Months of Age. *Asc*, 161.
- Andrews, A. (2004). Calf Respiratory Disease. In *Bovine Medicine Diseases and Husbandry of Cattle* (2 nd, pp. 239–248).
- Angen, Ø., Thomsen, J., Larsen, L. E., Larsen, J., Kokotovic, B., Heegaard, P. M. H., & Enemark, J. M. D. (2009). Respiratory disease in calves: Microbiological investigations on trans-tracheally aspirated bronchoalveolar fluid and acute phase protein response. *Veterinary Microbiology*, 137(1–2). <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.12.024>
- Arora, V. K., & Karim, A. (2022). Applications of Ultrasonography in Respiratory Intensive Care. *The Indian Journal of Chest Diseases and Allied Sciences*, 56(1). <https://doi.org/10.5005/ijcdas-56-1-27>
- Arthur, G., Noakes, D., Parkinson, T., & England, G. (2001). Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics. In *Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics* (8th ed., pp. 57–68). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-2556-3.X5001-4>
- Aust, V., Knapstein, K., Kunz, H. J., Kaspar, H., Wallmann, J., & Kaske, M. (2013). Feeding untreated and pasteurized waste milk and bulk milk to calves: Effects on calf performance,

- health status and antibiotic resistance of faecal bacteria. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(6). <https://doi.org/10.1111/jpn.12019>
- Babkine, M., & Blond, L. (2009). Ultrasonography of the Bovine Respiratory System and Its Practical Application. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 25, Issue 3). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2009.07.001>
- Bagheri, N., Alamouti, A. A., Norouzian, M. A., Mirzaei, M., & Ghaffari, M. H. (2021). Effects of wheat straw particle size as a free-choice provision on growth performance and feeding behaviors of dairy calves. *Animal*, 15(2). <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100128>
- Barbagianni, M. S., & Gouletsou, P. G. (2023). Modern Imaging Techniques in the Study and Disease Diagnosis of the Mammary Glands of Animals. In *Veterinary Sciences* (Vol. 10, Issue 2). <https://doi.org/10.3390/vetsci10020083>
- Barrington, G. M., & Parish, S. M. (2001). Bovine Neonatal Immunology. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 17(3), 463–476. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30001-3](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30001-3)
- Blakebrough-Hall, C., Dona, A., D'occhio, M. J., McMeniman, J., & González, L. A. (2020). Diagnosis of Bovine Respiratory Disease in feedlot cattle using blood 1H NMR metabolomics. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56809-w>
- Blond, L., & Buczinski, S. (2009). Basis of Ultrasound Imaging and the Main Artifacts in Bovine Medicine. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 25, Issue 3). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2009.07.002>
- Bonizzi, S., Gislou, G., Brasca, M., Morandi, S., Sandrucci, A., & Zucali, M. (2022). Air Quality, Management Practices and Calf Health in Italian Dairy Cattle Farms. *Animals*, 12(17). <https://doi.org/10.3390/ani12172286>
- Bowie, W. C., & Ardans, A. A. (1975). *General Session Pulmonary Structure, Function and Defense Mechanism*.
- Braun, U., Pusterla, N., & Flückiger, M. (1997). Ultrasonographic findings in cattle with pleuropneumonia. *Veterinary Record*, 141(1). <https://doi.org/10.1136/vr.141.1.12>
- Broucek, J. (2019). Water consumption, performance, and health in calves: A review. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 7(4). <https://doi.org/10.31893/2318-1265jabb.v7n4p164-169>
- Bryson, D. G., McNulty, M. S., Logan, E. F., & Cush, P. F. (1983). Respiratory syncytial virus pneumonia in young calves: clinical and pathologic findings. *American Journal of Veterinary Research*, 44(9).
- Buczinski, S., Forté, G., & Bélanger, A. M. (2013). Short communication: Ultrasonographic assessment of the thorax as a fast technique to assess pulmonary lesions in dairy calves with bovine respiratory disease. *Journal of Dairy Science*, 96(7). <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6506>
- 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). <https://doi.org/10.1111/jvim.12251>
- Buczinski, S., L Ollivett, T., & Dendukuri, N. (2015). Bayesian estimation of the accuracy of the calf respiratory scoring chart and ultrasonography for the diagnosis of bovine respiratory disease in pre-weaned dairy calves. *Preventive Veterinary Medicine*, 119(3–4). <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.02.018>

- 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). <https://doi.org/10.1111/jvim.14361>
- Buczinski, S., Rademacher, R. D., Tripp, H. M., Edmonds, M., Johnson, E. G., & Dufour, S. (2015). Assessment of l-lactatemia as a predictor of respiratory disease recognition and severity in feedlot steers. *Preventive Veterinary Medicine*, 118(4). <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.12.003>
- Burciaga-Robles, L. O., Holland, B. P., Step, D. L., Krehbiel, C. R., McMillen, G. L., Richards, C. J., Sims, L. E., Jeffers, J. D., Namjou, K., & McCann, P. J. (2009). Evaluation of breath biomarkers and serum haptoglobin concentration for diagnosis of bovine respiratory disease in heifers newly arrived at a feedlot. *American Journal of Veterinary Research*, 70(10). <https://doi.org/10.2460/ajvr.70.10.1291>
- Callan, R. J., & Garry, F. B. (2002). Biosecurity and bovine respiratory disease. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 18, Issue 1). [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(02\)00004-X](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(02)00004-X)
- Catry, B., Dewulf, J., Maes, D., Pardon, B., Callens, B., Vanrobaeys, M., Opsomer, G., De Kruijf, A., & Haesebrouck, F. (2016). Effect of antimicrobial consumption and production type on antibacterial resistance in the bovine respiratory and digestive tract. *PLoS ONE*, 11(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146488>
- 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? In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 36, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2020.03.006>
- Chamorro, M. F., Walz, P. H., Passler, T., Santen, E., Gard, J., Rodning, S. P., Riddell, K. P., Galik, P. K., & Zhang, Y. (2015). Efficacy of multivalent, modified-live virus (MLV) vaccines administered to early weaned beef calves subsequently challenged with virulent Bovine viral diarrhea virus type 2. *BMC Veterinary Research*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0342-8>
- Chase, C. (2022). Factos essenciais - Os elementos básicos do Sistema Imune Bovino. In *Bovine Immunity: Making bovine immunology and vaccinology come alive* (pp. 2–29).
- 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>
- Chase, C., & Parrenõ, V. (2022). No início - O desenvolvimento e maximização do Sistema Imune Nonatal. In *Bovine Immunity: Making bovine immunology and vaccinology come alive* (pp. 30–49).
- Cockcroft, P. (2015). Bovine Respiratory Disease (BRD): Diagnosis, Prevention and Control. In *Bovine Medicine* (3rd ed., pp. 525–530).
- Cooper, V. L., & Brodersen, B. W. (2010). Respiratory disease diagnostics of cattle. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 26, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.04.009>
- Correa, M. T., Curtis, C. R., Erb, H. N., & White, M. E. (1988). Effect of calfhood morbidity on age at first calving in New York Holstein herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 6(4). [https://doi.org/10.1016/0167-5877\(88\)90037-2](https://doi.org/10.1016/0167-5877(88)90037-2)

- 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). <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15420>
- de With, K., Allerberger, F., Amann, S., Apfalter, P., Brodt, H. R., Eckmanns, T., Fellhauer, M., Geiss, H. K., Janata, O., Krause, R., Lemmen, S., Meyer, E., Mittermayer, H., Porsche, U., Presterl, E., Reuter, S., Sinha, B., Strauß, R., Wechsler-Fördös, A., ... Kern, W. V. (2016). Strategies to enhance rational use of antibiotics in hospital: a guideline by the German Society for Infectious Diseases. *Infection*, *44*(3). <https://doi.org/10.1007/s15010-016-0885-z>
- Dickson, R. P., Erb-Downward, J. R., Prescott, H. C., Martinez, F. J., Curtis, J. L., Lama, V. N., & Huffnagle, G. B. (2014). Analysis of culture-dependent versus culture-independent techniques for identification of bacteria in clinically obtained bronchoalveolar lavage fluid. *Journal of Clinical Microbiology*, *52*(10). <https://doi.org/10.1128/JCM.01028-14>
- Direção Geral de Alimentação e Veterinária – DGAMV. (2022). *ANEXO I RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DO MEDICAMENTO*.
- Doyle, D., Credille, B., Lehenbauer, T. W., Berghaus, R., Aly, S. S., Champagne, J., Blanchard, P., Crossley, B., Berghaus, L., Cochran, S., & Woolums, A. (2017). Agreement Among 4 Sampling Methods to Identify Respiratory Pathogens in Dairy Calves with Acute Bovine Respiratory Disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *31*(3). <https://doi.org/10.1111/jvim.14683>
- Drackley, J. K. (2008). Calf Nutrition from Birth to Breeding. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 24, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.01.001>
- Dubrovsky, S. A., Van Eenennaam, A. L., Karle, B. M., Rossitto, P. V., Lehenbauer, T. W., & Aly, S. S. (2019). Bovine respiratory disease (BRD) cause-specific and overall mortality in preweaned calves on California dairies: The BRD 10K study. *Journal of Dairy Science*, *102*(8). <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15463>
- Dyce, K., & Wensing, C. (2009). The torax of the ruminant. In C. Wensing & K. Dyce (Eds.), *Textbook of veterinary anatomy* (4th ed, pp. 670–676).
- Edwards, T. A. (2010a). Control methods for bovine respiratory disease for feedlot cattle. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 26, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.03.005>
- Edwards, T. A. (2010b). Control methods for bovine respiratory disease for feedlot cattle. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 26, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.03.005>
- Ellis, J., Gow, S., Bolton, M., Burdett, W., & Nordstrom, S. (2014). Inhibition of priming for bovine respiratory syncytial virus-specific protective immune responses following parenteral vaccination of passively immune calves. *Canadian Veterinary Journal*, *55*(12).
- Erich König, H., & Liebich, H.-G. (2016). *Anatomia dos Animais Domésticos: Texto e Atlas Colorado - 6ª Edição* (6th ed.).
- Fass. (2010). Guide for the care and use of agricultural animals in research and teaching. In *Animal Science* (Issue January).
- Fecteau, G., Baillargeon, P., Higgins, R., Paré, J., & Fortin, M. (2002). Bacterial contamination of colostrum fed to newborn calves in Québec dairy herds. *Canadian Veterinary Journal*, *43*(7).

- Flöck, M. (2004). Diagnostic ultrasonography in cattle with thoracic disease. *Veterinary Journal*, 167(3). [https://doi.org/10.1016/S1090-0233\(03\)00110-2](https://doi.org/10.1016/S1090-0233(03)00110-2)
- Fontes, M. (2022). *Utilização da ecografia pulmonar como método de diagnóstico do Complexo Respiratório Bovino*.
- Frandsen, R., Wilke, W., & Dee Falls, A. (2009). The Respiratory System. In *Anatomy and Physiology of Farm Animals* (7th ed., pp. 317–334).
- Fulton, R. W. (2009). Bovine respiratory disease research (1983-2009). In *Animal health research reviews / Conference of Research Workers in Animal Diseases* (Vol. 10, Issue 2). <https://doi.org/10.1017/S146625230999017X>
- Godden, S. M., Lombard, J. E., & Woolums, A. R. (2019). Colostrum Management for Dairy Calves. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 35, Issue 3). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>
- Godden, S., McMartin, S., Feirtag, J., Stabel, J., Bey, R., Goyal, S., Metzger, L., Fetrow, J., Wells, S., & Chester-Jones, H. (2006). Heat-treatment of bovine colostrum. II: Effects of heating duration on pathogen viability and immunoglobulin G. *Journal of Dairy Science*, 89(9). [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72386-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72386-4)
- Godinho, K. S., Sarasola, P., Renoult, E., Tilt, N., Keane, S., Windsor, G. D., Rowan, T. G., & Sunderland, S. J. (2007). Use of deep nasopharyngeal swabs as a predictive diagnostic method for natural respiratory infections in calves. *Veterinary Record*, 160(1). <https://doi.org/10.1136/vr.160.1.22>
- Gomes, A. (2017). *Prevenção de diarreias em vitelos de vacas alentejanas*.
- Gomez, D. E., & Chamorro, M. F. (2017). The importance of colostrum for dairy calves. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 30.
- Gorden, P. J., & Plummer, P. (2010). Control, management, and prevention of bovine respiratory disease in dairy calves and cows. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 26, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.03.004>
- Gottardo, F., Mattiello, S., Cozzi, G., Canali, E., Scanziani, E., Ravarotto, L., Ferrante, V., Verga, M., & Andrighetto, I. (2002). The provision of drinking water to veal calves for welfare purposes. *Journal of Animal Science*, 80(9). <https://doi.org/10.1093/ansci/80.9.2362>
- Griffin, D., Chengappa, M. M., Kuszak, J., & McVey, D. S. (2010). Bacterial pathogens of the bovine respiratory disease complex. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 26, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.04.004>
- Grover, W. M., & Godden, S. (2010). Efficacy of a new navel dip to prevent umbilical infection in dairy calves. *The Bovine Practitioner*. <https://doi.org/10.21423/bovine-vol45no1p70-77>
- Gulliksen, S. M., Jor, E., Lie, K. I., Løken, T., Åkerstedt, J., & Østerås, O. (2009). Respiratory infections in Norwegian dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 92(10). <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2224>
- Jensen, M. B. (2003). The effects of feeding method, milk allowance and social factors on milk feeding behaviour and cross-sucking in group housed dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 80(3). [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00216-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00216-2)
- Johnson, J. L., Godden, S. M., Molitor, T., Ames, T., & Hagman, D. (2007). Effects of feeding heat-treated colostrum on passive transfer of immune and nutritional parameters in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 90(11). <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0219>

- Jung, C., & Bostedt, H. (2004). Thoracic ultrasonography technique in newborn calves and description of normal and pathological findings. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, *45*(4). <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2004.04063.x>
- Kaufman, J., Linington, M., Osborne, V. R., Wagner-Riddle, C., & Wright, T. C. (2015). Short communication: Field study of air ammonia concentrations in Ontario dairy calf housing microenvironments. *Canadian Journal of Animal Science*, *95*(4). <https://doi.org/10.4141/CJAS-2015-013>
- Kertz, A. F., Hill, T. M., Quigley, J. D., Heinrichs, A. J., Linn, J. G., & Drackley, J. K. (2017). A 100-Year Review: Calf nutrition and management. *Journal of Dairy Science*, *100*(12). <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13062>
- Kertz, A. F., Reutzel, L. F., & Mahoney, J. H. (1984). Ad Libitum Water Intake by Neonatal Calves and Its Relationship to Calf Starter Intake, Weight Gain, Feces Score, and Season. *Journal of Dairy Science*, *67*(12). [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(84\)81660-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81660-4)
- Kirkpatrick, J., Fulton, R. W., Burge, L. J., DuBois, W. R., & Payton, M. (2019). Passively Transferred Immunity in Newborn Calves, Rate of Antibody Decay, and Effect on Subsequent Vaccination with Modified Live Virus Vaccine. *The Bovine Practitioner*. <https://doi.org/10.21423/bovine-vol35no1p47-55>
- Kryzer, A. A., Godden, S. M., & Schell, R. (2015). Heat-treated (in single aliquot or batch) colostrum outperforms non-heat-treated colostrum in terms of quality and transfer of immunoglobulin G in neonatal Jersey calves. *Journal of Dairy Science*, *98*(3). <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8387>
- Kuipers, A., Koops, W. J., & Wemmenhove, H. (2016). Antibiotic use in dairy herds in the Netherlands from 2005 to 2012. *Journal of Dairy Science*, *99*(2). <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8428>
- 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). [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72445-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72445-6)
- Leruste, H., Brscic, M., Heutinck, L. F. M., Visser, E. K., Wolthuis-Fillerup, M., Bokkers, E. A. M., Stockhofe-Zurwieden, N., Cozzi, G., Gottardo, F., Lensink, B. J., & van Reenen, C. G. (2012). The relationship between clinical signs of respiratory system disorders and lung lesions at slaughter in veal calves. *Preventive Veterinary Medicine*, *105*(1–2). <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.01.015>
- 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. In *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* (Vol. 34, Issue 4). <https://doi.org/10.1177/10406387221081232>
- Lichtenstein, D. A., & Mezière, G. A. (2008). Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure the BLUE protocol. *Chest*, *134*(1). <https://doi.org/10.1378/chest.07-2800>
- Liggitt, H. D. (1985). Defense mechanisms in the bovine lung. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, *1*(2). [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)31330-X](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)31330-X)
- Lochmiller, R. L., & Deerenberg, C. (2000). Trade-offs in evolutionary immunology: Just what is the cost of immunity? *Oikos*, *88*(1). <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.880110.x>

- Lopez, A. J., & Heinrichs, A. J. (2022). Invited review: The importance of colostrum in the newborn dairy calf. In *Journal of Dairy Science* (Vol. 105, Issue 4). <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20114>
- Louie, A. P., Rowe, J. D., Love, W. J., Lehenbauer, T. W., & Aly, S. S. (2018). Effect of the environment on the risk of respiratory disease in preweaning dairy calves during summer months. *Journal of Dairy Science*, *101*(11). <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13716>
- 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). <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). <https://doi.org/10.1177/1040638715626204>
- Lowe, G. L., Sutherland, M. A., Stewart, M., Waas, J. R., Cox, N. R., & Schütz, K. E. (2022). Effects of provision of drinking water on the behavior and growth rate of group-housed calves with different milk allowances. *Journal of Dairy Science*, *105*(5). <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21304>
- 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*, *105*(7). <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21570>
- Lundborg, G. K., Svensson, E. C., & Oltenacu, P. A. (2005). Herd-level risk factors for infectious diseases in Swedish dairy calves aged 0-90 days. *Preventive Veterinary Medicine*, *68*(2-4). <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2004.11.014>
- Mahan, S. M., Sobocki, B., Johnson, J., Oien, N. L., Meinert, T. R., Verhelle, S., Mattern, S. J., Bowersock, T. L., & Leyh, R. D. (2016). Efficacy of intranasal vaccination with a multivalent vaccine containing temperature-sensitive modified-live bovine herpesvirus type 1 for protection of seronegative and seropositive calves against respiratory disease. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, *248*(11). <https://doi.org/10.2460/javma.248.11.1280>
- 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).
- McCafferty, D. J. (2007). The value of infrared thermography for research on mammals: Previous applications and future directions. *Mammal Review*, *37*(3). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2007.00111.x>
- McGuirk, S. M. (1986). *Lung Sounds in Cattle, Horses, Sheep and Goats*. <https://www.researchgate.net/publication/51387114>
- McGuirk, S. M. (1988). Practical Colostrum Evaluation. *American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.21423/aabppro19887014>
- McGuirk, S. M. (2008). Disease Management of Dairy Calves and Heifers. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 24, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.003>

- McGuirk, S. M., & Collins, M. (2004). Managing the production, storage, and delivery of colostrum. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 20, Issue 3 SPEC. ISS.). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.005>
- McMartin, S., Godden, S., Metzger, L., Feirtag, J., Bey, R., Stabel, J., Goyal, S., Fetrow, J., Wells, S., & Chester-Jones, H. (2006). Heat treatment of bovine colostrum. I: Effects of temperature on viscosity and immunoglobulin G level. *Journal of Dairy Science*, 89(6). [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72281-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72281-0)
- Mee, J. F. (2008). Newborn Dairy Calf Management. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 24, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.002>
- Miles, D. G. (2009). Overview of the North American beef cattle industry and the incidence of bovine respiratory disease (BRD). In *Animal health research reviews / Conference of Research Workers in Animal Diseases* (Vol. 10, Issue 2). <https://doi.org/10.1017/S1466252309990090>
- Mitra, N., Cernicchiaro, N., Torres, S., Li, F., & Hause, B. M. (2016). Metagenomic characterization of the virome associated with bovine respiratory disease in feedlot cattle identified novel viruses and suggests an etiologic role for influenza D virus. *Journal of General Virology*, 97(8), 1771–1784. <https://doi.org/10.1099/jgv.0.000492>
- Moran, J. (2012). The importance of colostrum to newborn calves. In *Rearing Young Stock on Tropical Dairy Farms in Asia* (pp. 41–56).
- Muggli-Cockett, N. E., Cundiff, L. V., & Gregory, K. E. (1992). Genetic analysis of bovine respiratory disease in beef calves during the first year of life. *Journal of Animal Science*, 70(7). <https://doi.org/10.2527/1992.7072013x>
- Nickell, J. S., & White, B. J. (2010). Metaphylactic antimicrobial therapy for bovine respiratory disease in stocker and feedlot cattle. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 26, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.04.006>
- Nordlund, K. V. (2008). Practical Considerations for Ventilating Calf Barns in Winter. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 24, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.006>
- Oehlerth, S. (2011). Principles of the ultrasound examination. In *BSAVA Manual of Canine and Feline Ultrasonography* (1st ed., pp. 21–23).
- Ollivett, T. L., & Buczinski, S. (2016a). On-Farm Use of Ultrasonography for Bovine Respiratory Disease. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 32, Issue 1, pp. 19–35). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2015.09.001>
- Ollivett, T. L., & Buczinski, S. (2016b). On-Farm Use of Ultrasonography for Bovine Respiratory Disease. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 32, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2015.09.001>
- 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). <https://doi.org/10.1111/jvim.13605>
- Ollivett, T. L., Hewson, J., Shubotz, R., & Caswell, J. (2013). Ultrasonographic progression of lung consolidation after experimental infection with *Mannheimia haemolytica* in Holstein bull calves. *American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.21423/aabppro20133812>

- O'Neill, R., Mooney, J., Connaghan, E., Furphy, C., & Graham, D. A. (2014). Patterns of detection of respiratory viruses in nasal swabs from calves in Ireland: A retrospective study. *Veterinary Record*, 175(14). <https://doi.org/10.1136/vr.102574>
- Oucheriah, Y., Heleili, N., Benoune, O., Ayachi, A., Meradi, M., & Belkadi, S. (2017). Histological Study of Pneumonic Lungs of Calves in Batna Slaughterhouse. *International Journal of Livestock Research*. <https://doi.org/10.5455/ijlr.20170405041552>
- Pancieria, R. J., & Confer, A. W. (2010). Pathogenesis and pathology of bovine pneumonia. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 26, Issue 2). <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? In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 36, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2020.03.005>
- Pardon, B., Callens, J., Maris, J., Allais, L., Van Praet, W., Deprez, P., & Ribbens, S. (2020). Pathogen-specific risk factors in acute outbreaks of respiratory disease in calves. *Journal of Dairy Science*, 103(3). <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17486>
- Parish, J. (2019). *Caring for Newborn Beef Calves Separated from Their Dams*.
- Parker, A. M., Sheehy, P. A., Hazelton, M. S., Bosward, K. L., & House, J. K. (2018). A review of mycoplasma diagnostics in cattle. In *Journal of Veterinary Internal Medicine* (Vol. 32, Issue 3). <https://doi.org/10.1111/jvim.15135>
- Peek, S., Ollivett, T., & Divers, T. (2018). Respiratory Diseases. In *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle* (3rd ed., pp. 94–167).
- Perez-Villalobos, N., Espinosa-Crespo, I., Sampayo-Cabrera, J., González-Martín, J.-V., Gonzalez-Bulnes, A., & Astiz, S. (2017). Thoracoscopy as a safe and effective technique for exploring calves affected with bovine respiratory disease. *Journal of Animal Science and Technology*, 59(1). <https://doi.org/10.1186/s40781-017-0129-5>
- Pestana, M., & Gageiro, J. (2014). *Análise de Dados para Ciências Sociais - A complementaridade do SPSS* (6th ed.).
- Peter, A. T. (2013). Bovine placenta: A review on morphology, components, and defects from terminology and clinical perspectives. In *Theriogenology* (Vol. 80, Issue 7). <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.06.004>
- Phillips, C. J. C., Pines, M. K., Latter, M., Muller, T., Petherick, J. C., Norman, S. T., & Gaughan, J. B. (2010). The physiological and behavioral responses of steers to gaseous ammonia in simulated long-distance transport by ship. *Journal of Animal Science*, 88(11). <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3089>
- Poborská, A., Zábranský, L., Šoch, M., Havrdová, N., Illek, J., & Kernerová, N. (2021). Methods of feeding colostrum and their effect on the passive immunity. *Acta Veterinaria Brno*, 90(1). <https://doi.org/10.2754/avb202190010021>
- Polat, B., Colak, A., Cengiz, M., Yanmaz, L. E., Oral, H., Bastan, A., Kaya, S., & Hayirli, A. (2010). Sensitivity and specificity of infrared thermography in detection of subclinical mastitis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93(8). <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2807>
- Porter, M. M., McDonald, P. O., Slate, J. R., Kreuder, A. J., & McGill, J. L. (2021a). Use of Thoracic Ultrasonography to Improve Disease Detection in Experimental BRD Infection. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.763972>

- Porter, M. M., McDonald, P. O., Slate, J. R., Kreuder, A. J., & McGill, J. L. (2021b). Use of Thoracic Ultrasonography to Improve Disease Detection in Experimental BRD Infection. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.763972>
- Prado, M. E., Prado, T. M., Payton, M., & Confer, A. W. (2006). Maternally and naturally acquired antibodies to *Mannheimia haemolytica* and *Pasteurella multocida* in beef calves. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 111(3–4). <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2005.10.013>
- ProviCo. (2023). *Bottle-Feeding Calf Basics: How Often to Feed*. <https://www.provicorural.com.au/bottle-feeding-calf-basics-how-often-to-feed/>
- Puig, A., Ruiz, M., Bassols, M., Fraile, L., & Armengol, R. (2022). Technological Tools for the Early Detection of Bovine Respiratory Disease in Farms. In *Animals* (Vol. 12, Issue 19). <https://doi.org/10.3390/ani12192623>
- Rabeling, B., Rehage, J., Döpfer, D., & Scholz, H. (1998). Ultrasonographic findings in calves with respiratory disease. *Veterinary Record*, 143(17). <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*.
- Radostis, O. M., Gay, C., Blood, D., & Hinchkliff, K. W. (2000). A Textbook of the Diseases of Cattle, Sheep, Pigs, Goats and Horses. *Veterinary Medicine*.
- Ramos, B. (2009). *HISTOLOGIC EVALUATION OF LUNG IN THE NELLORE BOVINE FINISHED UNDER GRASING CONDITIONS AND IN FEEDLOTS*.
- Raussi, S., Niskanen, S., Siivonen, J., Hänninen, L., Hepola, H., Jauhiainen, L., & Veissier, I. (2010). The formation of preferential relationships at early age in cattle. *Behavioural Processes*, 84(3). <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2010.05.005>
- Reinhold, P., Rabeling, B., Günther, H., & Schimmel, D. (2002). Comparative evaluation of ultrasonography and lung function testing with the clinical signs and pathology of calves inoculated experimentally with *Pasteurella multocida*. *Veterinary Record*, 150(4). <https://doi.org/10.1136/vr.150.4.109>
- Reißig, A., & Kroegel, C. (2003). Transthoracic sonography of diffuse parenchymal lung disease: The role of comet tail artifacts. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 22(2). <https://doi.org/10.7863/jum.2003.22.2.173>
- Ricci, A., Allende, A., Bolton, D., Chemaly, M., Davies, R., Fernández Escámez, P. S., Girones, R., Koutsoumanis, K., Lindqvist, R., Nørrung, B., Robertson, L., Ru, G., Sanaa, M., Simmons, M., Skandamis, P., Snary, E., Speybroeck, N., Kuile, B. Ter, Threlfall, J., ... Herman, L. (2017). Risk for the development of Antimicrobial Resistance (AMR) due to feeding of calves with milk containing residues of antibiotics. *EFSA Journal*, 15(1). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4665>
- Ridpath, J. F., Dominowski, P., Mannan, R., Yancey, R., Jackson, J. A., Taylor, L., Mediratta, S., Eversole, R., MacKenzie, C. D., & Neill, J. D. (2010). Evaluation of three experimental bovine viral diarrhoea virus killed vaccines adjuvanted with combinations of Quil A cholesterol and dimethyldioctadecylammonium (DDA) bromide. *Veterinary Research Communications*, 34(8). <https://doi.org/10.1007/s11259-010-9442-x>
- Robbers, L., Jorritsma, R., Nielen, M., & Koets, A. (2021). A Scoping Review of On-Farm Colostrum Management Practices for Optimal Transfer of Immunity in Dairy Calves. In *Frontiers in Veterinary Science* (Vol. 8). <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.668639>

- Robinson, A. L., Timms, L. L., Stalder, K. J., & Tyler, H. D. (2015). Short communication: The effect of 4 antiseptic compounds on umbilical cord healing and infection rates in the first 24 hours in dairy calves from a commercial herd. *Journal of Dairy Science*, 98(8). <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9235>
- Robinson, N. (2013). Respiratory Function. In *Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology* (5th ed., pp. 495–542).
- Rossini, K. (2004). *Effects of calfhood respiratory and digestive disease on calfhood morbidity and first lactation production and survival rates* .
- Schaefer, A. L., Cook, N. J., Church, J. S., Basarab, J., Perry, B., Miller, C., & Tong, A. K. W. (2007). The use of infrared thermography as an early indicator of bovine respiratory disease complex in calves. *Research in Veterinary Science*, 83(3). <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2007.01.008>
- Schneider, M. J., Tait, R. G., Busby, W. D., & Reecy, J. M. (2009). An evaluation of bovine respiratory disease complex in feedlot cattle: Impact on performance and carcass traits using treatment records and lung lesion scores. *Journal of Animal Science*, 87(5). <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1283>
- Shelton, T., & Hoffman, B. (2009). Determining the Prevalence of Bovine Viral Diarrhea Virus Persistently Infected Calves Originating from a Number of Modern Western Well-vaccinated Dairy Herds. *American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.21423/aabppro20094309>
- Smith, D. R. (2014). Field epidemiology to manage BRD risk in beef cattle production systems. *Animal Health Research Reviews*, 24(6). <https://doi.org/10.1017/S1466252314000243>
- Smith, R. A. (1998). Impact of Disease on Feedlot Performance: A Review. In *Journal of Animal Science* (Vol. 76, Issue 1). <https://doi.org/10.2527/1998.761272x>
- Smith, R. A., Step, D. L., & Woolums, A. R. (2020). Bovine Respiratory Disease: Looking Back and Looking Forward, What Do We See? In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 36, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2020.03.009>
- Smith, S. T. (2009). BVD Control for the Dairy Practitioner. *American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.21423/aabppro20094261>
- Spergser, J., Hess, C., Loncaric, I., & Ramírez, A. S. (2019). Matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry is a superior diagnostic tool for the identification and differentiation of mycoplasmas isolated from animals. *Journal of Clinical Microbiology*, 57(9). <https://doi.org/10.1128/JCM.00316-19>
- Stanton, A. L., Kelton, D. F., LeBlanc, S. J., Millman, S. T., Wormuth, J., Dingwell, R. T., & Leslie, K. E. (2010). The effect of treatment with long-acting antibiotic at postweaning movement on respiratory disease and on growth in commercial dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 93(2). <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2414>
- 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). <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5067>
- Steele, M. A. (2019). 404 Awardee Talk - Healthy gut, healthy calf, productive life. *Journal of Animal Science*, 97(Supplement_3). <https://doi.org/10.1093/jas/skz258.335>
- Stevens, E. T., Brown, M. S., Burdett, W. W., Bolton, M. W., Nordstrom, S. T., & Chase, C. C. L. (2010). Efficacy of a non-adjuvanted, modified-live virus vaccine in calves with maternal

antibodies against a virulent bovine viral diarrhoea virus type 2a challenge seven months following vaccination. *The Bovine Practitioner*. <https://doi.org/10.21423/bovine-vol45no1p23-31>

- Stevens, M., Piepers, S., Supré, K., Dewulf, J., & de Vliegher, S. (2016). Quantification of antimicrobial consumption in adult cattle on dairy herds in Flanders, Belgium, and associations with udder health, milk quality, and production performance. *Journal of Dairy Science*, *99*(3). <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10199>
- Stewart, S., Godden, S., Bey, R., Rapnicki, P., Fetrow, J., Farnsworth, R., Scanlon, M., Arnold, Y., Clow, L., Mueller, K., & Ferrouillet, C. (2005). Preventing bacterial contamination and proliferation during the harvest, storage, and feeding of fresh bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*, *88*(7), 2571–2578. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72933-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72933-7)
- Sullivan, L. M., Massaro, J. M., & D'Agostino, R. B. (2004). Presentation of multivariate data for clinical use: The Framingham Study risk score functions. *Statistics in Medicine*, *23*(10). <https://doi.org/10.1002/sim.1742>
- Sun, H. Z., Srithayakumar, V., Jimenez, J., Jin, W., Hosseini, A., Raszek, M., Orsel, K., Guan, L. L., & Plastow, G. (2020). Longitudinal blood transcriptomic analysis to identify molecular regulatory patterns of bovine respiratory disease in beef cattle. *Genomics*, *112*(6). <https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2020.07.014>
- 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). <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2005.08.021>
- Taylor, J. D., Fulton, R. W., Lehenbauer, T. W., Step, D. L., & Confer, A. W. (2010). The epidemiology of bovine respiratory disease: What is the evidence for predisposing factors? In *Canadian Veterinary Journal* (Vol. 51, Issue 10).
- Theurer, M. E., White, B. J., Larson, R. L., Holstein, K. K., & Amrine, D. E. (2014). Relationship between rectal temperature at first treatment for bovine respiratory disease complex in feedlot calves and the probability of not finishing the production cycle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, *245*(11). <https://doi.org/10.2460/javma.245.11.1279>
- Timsit, E., Hallewell, J., Booker, C., Tison, N., Amat, S., & Alexander, T. W. (2017). Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, and *Histophilus somni* isolated from the lower respiratory tract of healthy feedlot cattle and those diagnosed with bovine respiratory disease. *Veterinary Microbiology*, *208*. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2017.07.013>
- Timsit, E., & Woolums, A. (2022). Um 'sistema essencial de suporte à vida' - A manutenção da saúde respiratória. In *Bovine Immunity: Making bovine immunology and vaccinology come alive* (pp. 154–166).
- Trotz-Williams, L. A., Leslie, K. E., & Peregrine, A. S. (2008). Passive immunity in Ontario dairy calves and investigation of its association with calf management practices. *Journal of Dairy Science*, *91*(10). <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0898>
- United States Department of Agriculture. (2010). Dairy 2007 - Heifer calf health and Management practices on U.S. Operations. *USDA:APHIS:VS,CEAH. Fort Collins, CO*.
- United States Department of Agriculture. (2016). Dairy 2014 Dairy Cattle Management Practices in the. *National Animal Health Monitoring Systems, February*.













- University of Wisconsin. (2015). *Calf Health Scoring Criteria*. Acedido a 10/09/2023. https://fyi.extension.wisc.edu/heifermgmt/files/2015/02/calf_health_scoring_chart.pdf
- University of Wisconsin. (2023). *A producer guide to evaluating nesting scores*. <https://calfcare.ca/management/a-producer-guide-to-evaluating-nesting-scores/>
- Van Donkersgoed, J., Ribble, C. S., Boyer, L. G., & Townsend, H. G. (1993). Epidemiological study of enzootic pneumonia in dairy calves in Saskatchewan. *Canadian Journal of Veterinary Research = Revue Canadienne de Recherche Vétérinaire*, 57(4).
- Van Driessche, L., Bokma, J., Gille, L., Ceyskens, P. J., Sparbier, K., Haesebrouck, F., Deprez, P., Boyen, F., & Pardon, B. (2018). Rapid detection of tetracycline resistance in bovine *Pasteurella multocida* isolates by MALDI Biotyper antibiotic susceptibility test rapid assay (MBT-ASTRA). *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-31562-8>
- Van Driessche, L., Valgaeren, B., De Schutter, P., Gille, L., Boyen, F., Ducatelle, R., Deprez, P., & Pardon, B. (2016). Effect of sedation on the intrapulmonary position of a bronchoalveolar lavage catheter in calves. *Veterinary Record*, 179(1). <https://doi.org/10.1136/vr.103676>
- Van Driessche, L., Valgaeren, B. R., Gille, L., Boyen, F., Ducatelle, R., Haesebrouck, F., Deprez, P., & Pardon, B. (2017). A Deep Nasopharyngeal Swab Versus Nonendoscopic Bronchoalveolar Lavage for Isolation of Bacterial Pathogens from Preweaned Calves With Respiratory Disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 31(3). <https://doi.org/10.1111/jvim.14668>
- Van Engen, N. K., Engelken, T. J., Lockard, C. G., Lakritz, J., Cernicchiaro, N., Wilson, B. K., Krehbiel, C. R., & Coetzee, J. F. (2019). The effects of pretransportation or arrival meloxicam administration to calves entering the feedlot on morbidity, biomarkers, performance, and carcass characteristics. *Translational Animal Science*, 3(2). <https://doi.org/10.1093/tas/txz070>
- Veit, H. P., & Farrell, R. L. (1978). The anatomy and physiology of the bovine respiratory system relating to pulmonary disease. In *The Cornell veterinarian* (Vol. 68, pp. 555–581).
- Villarroel, A., Dargatz, D. A., Lane, V. M., McCluskey, B. J., & Salman, M. D. (2007). Suggested outline of potential critical control points for biosecurity and biocontainment on large dairy farms. In *Journal of the American Veterinary Medical Association* (Vol. 230, Issue 6). <https://doi.org/10.2460/javma.230.6.808>
- Waldner, C. L., & Rosengren, L. B. (2009). Factors associated with serum immunoglobulin levels in beef calves from Alberta and Saskatchewan and association between passive transfer and health outcomes. *Canadian Veterinary Journal*, 50(3).
- Waltner-Toews, D., Martin, S. W., & Meek, A. H. (1986). The effect of early calthood health status on survivorship and age at first calving. *Canadian Journal of Veterinary Research = Revue Canadienne de Recherche Veterinaire*, 50(3).
- Ward, H., & Powell, V. J. (2013). *Agriculture and Natural Resources Livestock Health Series Bovine Respiratory Disease*. <https://www.uaex.uada.edu>
- Wieland, M., Mann, S., Guard, C. L., & Nydam, D. V. (2017). The influence of 3 different navel dips on calf health, growth performance, and umbilical infection assessed by clinical and ultrasonographic examination. *Journal of Dairy Science*, 100(1). <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11654>
- Wilson, B. K., Richards, C. J., Step, D. L., & Krehbiel, C. R. (2017). Beef species symposium: Best management practices for newly weaned calves for improved health and well-being. *Journal of Animal Science*, 95(5). <https://doi.org/10.2527/jas.2016.1006>

- Windeyer, M. C., Leslie, K. E., Godden, S. M., Hodgins, D. C., Lissemore, K. D., & LeBlanc, S. J. (2012). The effects of viral vaccination of dairy heifer calves on the incidence of respiratory disease, mortality, and growth. *Journal of Dairy Science*, 95(11). <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5828>
- Wittum, T. E., & Perino, L. J. (1995). Passive immune status at postpartum hour 24 and long-term health and performance of calves. *American Journal of Veterinary Research*, 56(9).
- Wittum, T. E., Woollen, N. E., Perino, L. J., & Littledike, E. T. (1996). Relationships among treatment for respiratory tract disease, pulmonary lesions evident at slaughter, and rate of weight gain in feedlot cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 209(4).
- Wittum, T. E., Young, C. R., Stanker, L. H., Griffin, D. D., Perino, L. J., & Littledike, E. T. (1996). Haptoglobin response to clinical respiratory tract disease in feedlot cattle. *American Journal of Veterinary Research*, 57(5).
- Wrenn, T. R., Cecil, H. C., Connolly, M. R., Miller, R. W., Okamoto, M., & Bitman, J. (1962). Extracellular Body Water of Growing Calves as Measured by Thiocyanate Space. *Journal of Dairy Science*, 45(2). [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(62\)89367-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(62)89367-9)
- Yates, W. D. G. (1982). A review of infectious bovine rhinotracheitis, shipping fever pneumonia and viral-bacterial synergism in respiratory disease of cattle. In *Canadian Journal of Comparative Medicine* (Vol. 46, Issue 3).
- Zhang, M., Hill, J. E., Fernando, C., Alexander, T. W., Timsit, E., van der Meer, F., & Huang, Y. (2019). Respiratory viruses identified in western Canadian beef cattle by metagenomic sequencing and their association with bovine respiratory disease. *Transboundary and Emerging Diseases*, 66(3). <https://doi.org/10.1111/tbed.13172>
- Zhao, X., Qi, Y., Wu, T., & Cheng, G. (2023). Phosphoproteomic Analysis of the Jejunum Tissue Response to Colostrum and Milk Feeding in Dairy Calves during the Passive Immunity Period. *Animals*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/ani13010145>

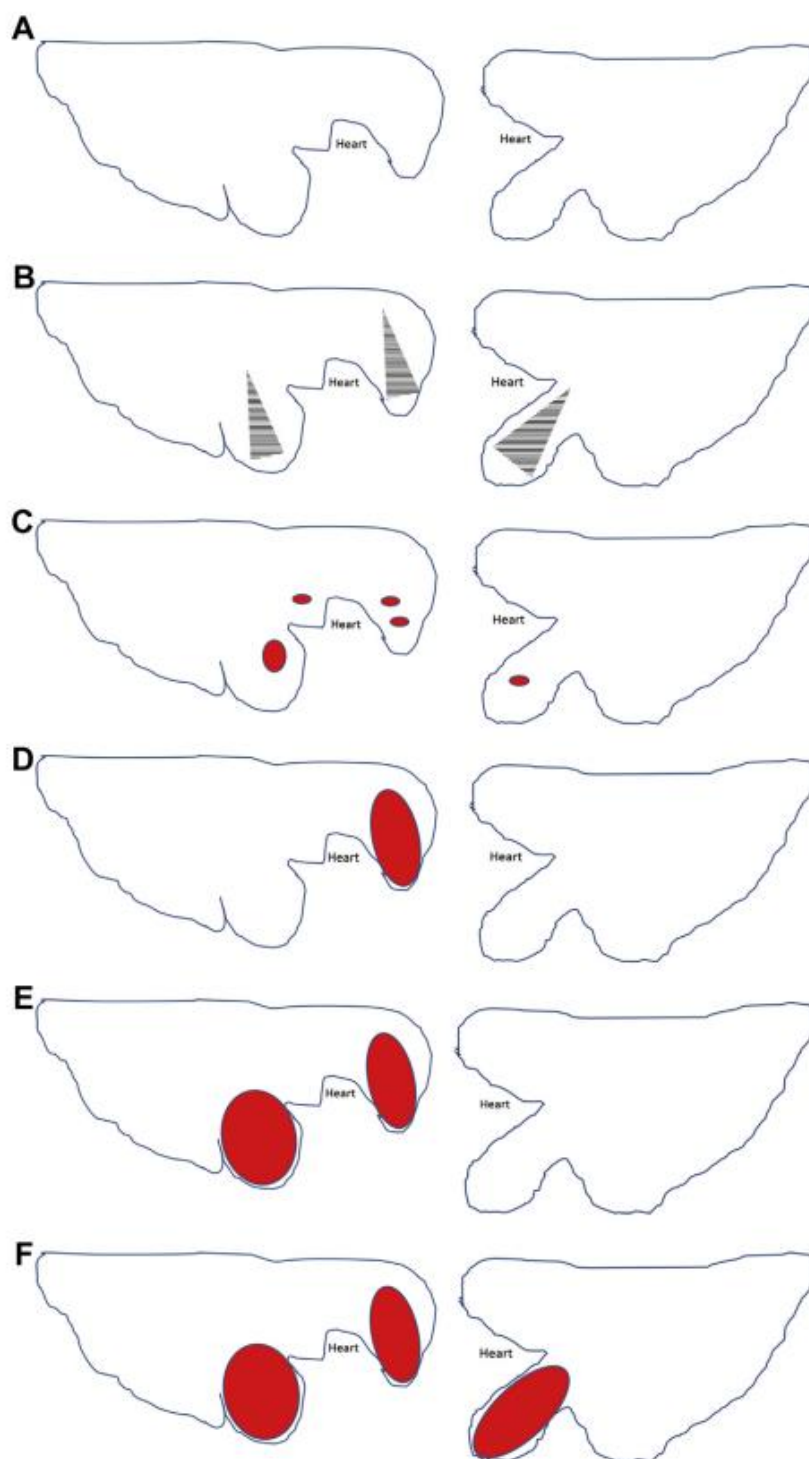
Anexos

Anexo 1. Calf Health Scoring Criteria (University of Wisconsin, 2015)



Calf Health Scoring Criteria			
0	1	2	3
Rectal temperature			
37,8-38,3	38,4-38,8	38,9-39,4	≥39,5
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
			

Anexo 2. Sistema de pontuação ultrassonográfico (0-5) utilizado para classificar os vitelos (Ollivett & Buczinski, 2016b)





Melissa Contador

Melissa Contador

Inquérito ao proprietário para avaliação da saúde pulmonar da exploração

1. Dados do proprietário

Proprietário	
Endereço	
Data da consulta	

2. Tem história de pneumonias na exploração?

Sim	
Não	

3. Alojamento

Individual	
Em grupo	

O grupo tem animais com idades semelhantes?

Sim	
Não	

Valeiros no interior

--	--

Valeiros no exterior

--	--

Se no exterior:

Com abrigo	
Sem abrigo	

4. Mething score

1		1	Membros totalmente visíveis
2		2	Membros parcialmente visíveis
3		3	Membros não visíveis

5. Vacina os vitelos?

Sim	
Não	

Se sim, qual vacina? _____

6. Colostro

Encolostroamento natural	
Encolostroamento auxiliado	

Se encolostroamento auxiliado:
Quantidade de colostro (L) fornecido/dia? _____
A 1ª refeição de colostro é dada quantas horas após o nascimento? _____

Como é feito esse encolostroamento?

Balde com tetina	
Balde sem tetina	
Biberon	
Sonda esofágica	

7. Leite

Quantidade de leite (L) fornecido/dia? _____

O leite fornecido é:

Natural	
De substituição	

com que frequência? _____

8. Água

Está sempre disponível?

Sim	
Não	

É água própria para consumo?

Sim	
Não	

9. Alimentação

Para além do leite, suplementa os animais com mais algum alimento?

Sim	
Não	

Se sim, qual?

Palha ou feno	
Concentrado	

10. Decide o nascimento e executar algum protocolo de limpeza/destinção do cordão umbilical?

Sim	
Não	

Anexo 5. Formulário de Consentimento Autorizado



FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

No âmbito do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária, da Universidade de Évora, será realizado um estudo que visa investigar a importância da ultrassonografia pulmonar como método de diagnóstico precoce do Complexo Respiratório Bovino. Para este efeito, serão recolhidos, sob a forma de um inquérito, dados para a caracterização das explorações e será feita uma avaliação clínica e ecográfica dos animais.

Com base nas informações fornecidas, eu,

_____, portador do cartão de cidadão nº _____, pessoa responsável pela exploração _____, com a marca da exploração nº _____, aceito de livre vontade, participar no estudo “Importância da Ultrassonografia Pulmonar como método de diagnóstico precoce do Complexo Respiratório Bovina”, para efeitos de Dissertação de Mestrado, realizado pela aluna Melissa Tatiana Quendera Contador.

Compreendi a explicação que me foi dada, tendo autorizado que a aluna utilizasse e tivesse acesso a:

- Dados para caracterização da exploração
- Imagens fotográficas

Por ser verdade o que está acima referido, dato e assino o presente formulário,

_____, ____ de _____ de 2022

Anexo 6. Nesting Score, adaptado de University of Wisconsin (2023)

Nesting Score		Descrição
1		Quando o vitelo está deitado, a cama não cobre nenhuma parte dos membros. Esta pontuação de <i>nesting score</i> seria observada no verão, onde geralmente se observam camas constituídas por areia ou aparas. No caso do inverno, este tipo de material não é adequado.
2		Quando o vitelo está deitado com a porção proximal dos membros inferiores visíveis e a porção distal coberta pela cama. No inverno, esta pontuação indica que a cama é insuficiente.
3		As camas de palha profundas permitem que o vitelo se aninhe e retenha o ar quente à volta do seu corpo. Quando os vitelos estão deitados, os seus membros posteriores não se devem encontrar visíveis. Idealmente as camas devem ser constituídas por cerca de 10 cm de aparas cobertas com 30 cm de palha é o ideal.