



UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária

“USO DA TERMOGRAFIA NO DIAGNÓSTICO PRECOCE DA DOENÇA RESPIRATÓRIA
BOVINA EM EXPLORAÇÕES DE ENGORDA”

CARLA SOFIA DE MATOS GONÇALVES

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor Miguel Luís Mendes Saraiva Lima

Doutor Fernando Jorge Silvano Boinas

Doutor George Thomas Stilwell

ORIENTADOR

Doutor George Thomas Stilwell

2013

LISBOA



UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária

“USO DA TERMOGRAFIA NO DIAGNÓSTICO PRECOCE DA DOENÇA RESPIRATÓRIA
BOVINA EM EXPLORAÇÕES DE ENGORDA”

CARLA SOFIA DE MATOS GONÇALVES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor Miguel Luís Mendes Saraiva Lima

Doutor Fernando Jorge Silvano Boinas

Doutor George Thomas Stilwell

ORIENTADOR

Doutor George Thomas Stilwell

2013

LISBOA

Esta dissertação de mestrado é dedicada ao meu pai.

Com ele ao meu lado entrei na faculdade

e recordo com carinho todo o seu apoio e incentivo para realizar os meus sonhos.

Espero continuar a ser motivo de orgulho. Obrigado.

Agradecimentos

Neste espaço gostaria de exprimir a minha gratidão e reconhecimento a todas as pessoas que, de forma directa ou indirecta, contribuíram ou apoiaram para o desenvolvimento da presente dissertação de mestrado.

Antes de mais, quero agradecer o apoio técnico fornecido pela MRA instrumentação e particularmente à Eng.^a Clara Pinto, pelo apoio e empréstimo da câmara termográfica. Sem a sua participação e interesse nunca teria sido possível realizar o presente estudo.

Agradeço ao Prof. Dr. George Stilwell, por todo o seu apoio, dedicação e paciência, no desenvolvimento da presente dissertação e na realização do estudo experimental. Obrigado pelo seu contributo para a minha formação na transmissão dos seus vastos conhecimentos e incentivo para fazer mais e melhor.

À Dr.^a Ana Vieira, pela sua simpatia e apoio durante o estágio curricular e aquando da realização da componente prática do presente estudo. Agradeço-lhe também por ter contribuído para a minha formação, transmitindo-me os seus conhecimentos na área de produção intensiva bovina.

Ao Professor Telmo Nunes, pelo seu apoio e conhecimentos com a estatística, sem os quais nunca poderia desenvolver o meu trabalho experimental.

No âmbito do estágio curricular foi possível contactar com diversos clínicos, sendo eles: o Dr. José Alface, o Dr. Carsten, o Dr. João Tavares, o Dr. Dário Guerreiro e a Dr.^a Cristina Borralho. Gostaria de lhes agradecer pelos seus conhecimentos transmitidos e pela oportunidade de adquirir mais prática na área de clínica de espécies pecuárias.

Às minhas colegas estagiárias, Cátia Pereira e Marta Oliveira, pelos bons momentos, companheirismo e amizade durante o estágio curricular.

A todos os meus amigos, pelo carinho, apoio e incentivos. Queria agradecer especialmente a alguns amigos pela sua importância em algumas das etapas deste curso:

Ao Costa e família, por serem um dos grandes motivadores ao crescimento do meu sonho de ser veterinária.

Às minhas amigas e colegas de curso que estiveram presentes ao longo do meu percurso académico: Raquel, Lúcia, Vera, Andreia, Filipa, Carina, Ana U., Marta M., e Marta F. Guardo com carinho todos os momentos, risos e noitadas a estudar.

Aos meus amigos Andreia, Mila, Liliana, Carolina e João, por me ouvirem, apoiarem e incentivarem.

À Diana, por toda a amizade, carinho, ajuda e extrema paciência. A sua companhia ao longo do curso e particularmente durante dias de trabalho para a dissertação de mestrado são inesquecíveis. Também à sua mãe um obrigado pelos cuidados enquanto estávamos em modo de estudo.

Por último, quero agradecer à minha família por sempre me apoiarem e incentivarem em tudo e pela paciência enquanto desenvolvia a minha dissertação:

Ao meu irmão, companheiro de traquinices, agradeço-lhe pela força, motivação e alegria.

À minha avó, pelos incentivos e eterno carinho e mimo de avó. A sua força e alegria de vida são grandes exemplos a seguir.

À minha mãe e amiga, agradeço-lhe por todo o amor, carinho, força de espírito, confiança e valores. Sem ela não teria sido possível concretizar os meus objectivos e sonhos e ser a pessoa que sou hoje. Obrigado pelo apoio em todos os meus desafios.

Uso da termografia no diagnóstico precoce da doença respiratória bovina em explorações de engorda

RESUMO

A doença respiratória bovina (DRB) representa um grave problema de saúde e de bem-estar, principalmente em animais jovens em unidades de produção intensiva de carne. O forte impacto económico negativo está relacionado com a mortalidade, morbilidade e com a diminuição da performance dos animais. Apesar dos avanços científicos nesta área, ainda não existe um método de diagnóstico com elevada precisão para a detecção da DRB.

No presente estudo investigou-se o uso da termografia, no dia um e no dia quatro, para identificação precoce de animais com DRB numa exploração de engorda. O estudo incluiu 104 vitelos Holstein-Frisia machos com, em média, 134Kg e 129 dias de vida, provenientes de uma exploração de engorda intermediária. Na exploração em estudo, o método de diagnóstico em uso consistia na detecção de sinais clínicos da doença e/ou ocorrência de temperatura rectal $\geq 39,7^{\circ}\text{C}$.

Durante o período de engorda 2,88% dos vitelos morreram e 13,46% e 39,42% foram afectados por DRB clínica e subclínica, respectivamente; 47,13% dos vitelos que não foram tratados apresentaram lesões pulmonares no matadouro. Os vitelos tratados apresentaram pesos finais e de carcaça superiores ($p < 0,05$) e os vitelos com lesões pulmonares foram associados a um ganho médio diário superior durante todo o período de engorda ($p < 0,05$).

Os vitelos afectados por DRB, apresentaram ao primeiro dia valores termográficos superiores ($p < 0,01$) aos dos vitelos saudáveis ($38,20 \pm 0,56^{\circ}\text{C}$ e $37,86 \pm 0,64^{\circ}\text{C}$, respectivamente).

A eficácia do diagnóstico da termografia para detecção da DRB foi comparada com o método de diagnóstico da exploração através da análise da característica da resposta do observador (ROC). Para ambos os métodos de diagnóstico, a detecção da doença foi mais eficaz para o primeiro dia de teste. Os resultados indicaram uma eficiência de teste (ET) superior, sem significado estatístico, para o uso da temperatura rectal $\geq 39,0^{\circ}\text{C}$ (ET = 67,31%), em comparação com o uso da temperatura termográfica $\geq 38,0^{\circ}\text{C}$ (ET = 64,42%) e com o uso da temperatura rectal ($\geq 39,7^{\circ}\text{C}$) utilizada na exploração em estudo (ET = 59,62%). Foi ainda possível reter do estudo que a avaliação da temperatura rectal tem uma maior especificidade de diagnóstico, enquanto que a avaliação da temperatura termográfica tem uma sensibilidade de diagnóstico mais elevada. Assim, a selecção entre os dois métodos de diagnóstico depende da preferência entre a especificidade ou a sensibilidade de diagnóstico, assim como de outros factores, como a praticabilidade e a capacidade económica da exploração.

Palavras-chave: Doença respiratória bovina, detecção precoce, termografia, produção intensiva de carne.

Use of thermography in the early diagnosis of bovine respiratory disease in fattening farms

ABSTRACT

Bovine respiratory disease (BRD) is a serious health and welfare problem, especially in young animals raised in intensive fattening units. The strong negative economic impact is related to morbidity and mortality, as well as decreased animal performance. In spite of scientific advances in this field, a high precision diagnostic method for BRD detection is still lacking.

This study investigated the use of thermography on day one and day four, for the early identification of animals with BRD on a fattening farm. The study included 104 male Holstein-Friesian calves from an intermediate fattening farm, with an average weight of 130Kg and an average age of 129 days. The diagnostic method applied on this farm consisted in identifying signs and symptoms of the disease and/or detecting a rectal temperature above 39,7°C.

During the fattening period, 2.88% of calves died, while 13.46% and 39.42% were affected by clinical and subclinical DRB, respectively; 47.13% of the untreated calves had lung lesions at slaughter. The treated calves showed higher final and carcass weights ($p < 0.05$) and calves with lung lesions had higher average daily gains throughout the fattening period ($p < 0.05$).

Calves affected by BRD presented higher thermographic values on day one ($p < 0,01$) than healthy calves ($38,20 \pm 0,56$ °C and $37,86 \pm 0,64$ °C, respectively).

The diagnostic efficacy of thermography for detecting BRD was compared with the diagnostic method applied on the farm through receiver operating characteristic (ROC) analysis. For both diagnostic methods, disease detection was more effective on day one. Results showed a non-significant higher test efficiency (TE) for the use of rectal temperature $\geq 39,0^\circ\text{C}$ (TE = 67,31%), compared with both the use of thermographic temperature ($\geq 38,0^\circ\text{C}$; TE = 64,42%) and the rectal temperature method used at the farm ($\geq 39,7^\circ\text{C}$; TE = 59,62%). Results also show that rectal temperature evaluation is the most specific diagnostic method, while thermographic temperature evaluation is the most sensitive method.

Thus, the choice between diagnostic methods depends on the preference between diagnostic specificity and sensitivity, as well as other factors, such as ease of use and cost.

Keywords: Bovine respiratory disease, early detection, thermography, intensive beef production.

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos.....	II
Resumo	IV
Abstract	V
Índice geral	VI
Índice de tabelas.....	X
Índice de imagens.....	XIII
Índice de gráficos.....	XIV
Lista de siglas e abreviaturas.....	XVI
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO I – RELATÓRIO DE ESTÁGIO	3
CAPÍTULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
1. INTRODUÇÃO	6
2. INCIDÊNCIA DA DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA	7
3. IMPACTO ECONÓMICO DA DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA	8
4. GÉNESE MULTIFACTORIAL DA DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA	9
4.1. Desenvolvimento da doença respiratória bovina	9
4.2. Factores do hospedeiro	10
4.2.1. Predisposição anatómica e fisiológica do aparelho respiratório	10
4.2.2. Componente materna – Resposta imunitária do hospedeiro	12
4.2.3. Género e idade.....	12
4.2.4. Selecção genética – Resistência à DRB.....	13
4.2.5. Carácter / temperamento.....	13
4.3. Factores infecciosos	15
4.4. Factores ambientais.....	15
4.4.1. Bem-estar animal	15

4.4.1.1. Desmame / Alterações bruscas na dieta	16
4.4.1.2. Intervenções	16
4.4.1.3. Transporte	17
4.4.1.4. Agrupamento	19
4.4.2. Instalações e condições meteorológicas	19
5. DIAGNÓSTICO DA DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA.....	20
5.1. Sinais clínicos	22
5.2. História clínica.....	23
5.3. Meios complementares de diagnóstico	23
5.3.1. Testes laboratoriais	24
5.3.1.1. Análises sanguíneas.....	24
5.3.1.2. Análise do tracto respiratório	27
5.3.1.3. Análise fecal	29
5.3.2. Análise da temperatura corporal.....	29
5.3.2.1. Bolos reticulo-ruminais.....	30
5.3.2.2. Termografia – alterações na temperatura ocular.....	31
5.3.3. Radiografia e ecografia pulmonar	33
5.3.4. Baixa condição corporal e redução do ganho médio diário.....	34
5.4. Necrópsia.....	35
6. TRATAMENTO DA DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA	37
7. PREVENÇÃO E CONTROLO DA DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA.....	38
7.1. Controlo de factores de risco	39
7.1.1. Transferência passiva materna.....	39
7.1.2. Origem dos animais.....	40
7.1.3. Risco ambiental	41
7.1.3.1. Associado aos agentes patogénicos.....	41
7.1.3.2. Associado às condições ambientais.....	42

7.1.3.3. Associado ao manejo e instalações	42
7.1.4. Risco nutricional	44
7.2. Imunização	45
7.3. Profilaxia e metafilaxia	47
CAPÍTULO III - TRABALHO EXPERIMENTAL	50
1. INTRODUÇÃO	50
2. OBJECTIVOS	51
3. MATERIAL E MÉTODOS	52
3.1. Descrição da exploração.....	52
3.1.1. Maneio	52
3.1.2. Avaliação do estado de saúde.....	54
3.2. Animais do estudo	55
3.3. Recolha de dados	55
3.3.1. Imagens termográficas	56
3.4. Definição de caso	58
3.5. Análise de dados	58
4. RESULTADOS.....	60
4.1. Caracterização da amostra em estudo.....	60
4.2. Mortalidade e morbilidade.....	61
4.3. DRB clínica	61
4.4. Lesões pulmonares – DRB subclínica.....	65
4.5. DRB – Clínica e subclínica.....	70
4.6. Determinação da relação entre as temperaturas rectal e ocular	75
4.7. Eficácia do diagnóstico da DRB com a termografia vs Eficácia do diagnóstico da DRB pela temperatura rectal.....	76
4.8. Utilização dos valores de corte definidos pela análise ROC como método de detecção de DRB na exploração em estudo	79
5. DISCUSSÃO	80

5.1. Morbilidade	82
5.2. DRB clínica	83
5.3. DRB subclínica – Lesões pulmonares.....	85
5.4. DRB clínica e subclínica	88
5.5. Relação entre as temperaturas rectal e ocular	89
5.6. Avaliação da termografia	90
6. CONCLUSÃO	93
BIBLIOGRAFIA	95

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Incidência da doença respiratória bovina no período pós-desmame em diferentes estudos.....	7
Tabela 2 – Diferentes aplicações da termografia em bovinos.	32
Tabela 3 – Estudos que destacam o efeito negativo da doença respiratória bovina no ganho médio diário dos animais.	35
Tabela 4 – Estatística descritiva (média ± desvio padrão) para as seguintes variáveis: idade à entrada; peso (inicial, intermédio, final e limpo da carcaça), ganho médio diário (resultante da estadia do primeiro mês, do primeiro mês até ao dia de saída e do período total) e número de dias de estadia na exploração.	60
Tabela 5 – Estatística descritiva (média ± desvio padrão) para as variáveis relativas à temperatura corporal: temperatura rectal e temperatura ocular no primeiro e no quarto dia na exploração.	61
Tabela 6 – Distribuição de valores (média ± desvio padrão) no grupo de vitelos com e sem terapêutica para doença respiratória bovina para as seguintes variáveis: idade à entrada; peso (inicial, intermédio, final e limpo da carcaça); ganho médio diário (resultante da estadia do primeiro mês, do primeiro mês até ao dia de saída e do período total); número de dias de estadia na exploração; e temperatura ocular no primeiro e no quarto dia.	62
Tabela 7 – Distribuição de valores do peso final em função do tratamento para a doença respiratória bovina.	62
Tabela 8 – Distribuição de valores do peso limpo da carcaça em função do tratamento para a doença respiratória bovina.....	63
Tabela 9 – Distribuição de valores do ganho médio diário do primeiro mês em função do tratamento para a doença respiratória bovina.	63
Tabela 10 – Distribuição de valores do número de dias na exploração em função do tratamento para a doença respiratória bovina.....	64
Tabela 11 – Distribuição de valores da temperatura ocular no quarto dia em função do tratamento para a doença respiratória bovina.	64
Tabela 12 – Distribuição de valores (média ± desvio padrão) no grupo de vitelos com e sem lesões pulmonares para as seguintes variáveis: ganho médio diário (resultante da estadia do primeiro mês, do primeiro mês até ao dia de saída e do período total); peso (inicial, intermédio, final e limpo da carcaça); número de dias de estadia na exploração; idade à entrada; e temperatura rectal e ocular no primeiro e no quarto dia na exploração.	65
Tabela 13 – Distribuição de valores do ganho médio diário do período total em função da visualização de lesões pulmonares.....	66
Tabela 14 – Distribuição de valores do ganho médio diário do primeiro mês em função da visualização de lesões pulmonares.....	66

Tabela 15 – Distribuição de valores do peso inicial em função da visualização de lesões pulmonares.....	67
Tabela 16 – Distribuição de valores do peso intermédio em função da visualização de lesões pulmonares.....	67
Tabela 17 – Distribuição de valores do número de dias na exploração em função da visualização de lesões pulmonares.....	68
Tabela 18 – Distribuição de valores da temperatura rectal no primeiro dia em função da visualização de lesões pulmonares.....	68
Tabela 19 – Distribuição de valores da temperatura ocular no primeiro dia em função da visualização de lesões pulmonares.....	69
Tabela 20 – Distribuição de valores (média ± desvio padrão) em função da visualização de lesões pulmonares no parque “1” e no parque “2” para as seguintes variáveis quantitativas: ganho médio diário (resultante da estadia do primeiro mês, do primeiro mês até ao dia de saída e do período total); peso (inicial, intermédio, final e limpo da carcaça) e número de dias de estadia na exploração.	69
Tabela 21 – Distribuição de valores (média ± desvio padrão) no grupo de vitelos afectados com doença respiratória bovina e no grupo de vitelos saudáveis para as seguintes variáveis: idade à entrada; peso (inicial, intermédio, final e limpo da carcaça); ganho médio diário (resultante da estadia do primeiro mês, do primeiro mês até ao dia de saída e do período total; número de dias de estadia na exploração; e temperatura rectal e ocular no primeiro e no quarto dia na exploração.	71
Tabela 22 – Distribuição de valores do peso inicial em função da presença de doença respiratória bovina.	71
Tabela 23 – Distribuição de valores do peso intermediário em função da presença de doença respiratória bovina.	72
Tabela 24 – Distribuição de valores do ganho médio diário do primeiro mês em função da presença de doença respiratória bovina.	72
Tabela 25 – Distribuição de valores do ganho médio diário do período total em função da presença de doença respiratória bovina.	73
Tabela 26 – Distribuição de valores da temperatura rectal no primeiro dia em função da presença de doença respiratória bovina.	73
Tabela 27 – Distribuição de valores da temperatura rectal no quarto dia em função da presença de doença respiratória bovina.....	74
Tabela 28 – Distribuição de valores da temperatura ocular no primeiro dia em função da presença de doença respiratória bovina.	74
Tabela 29 – Distribuição de valores (média ± desvio padrão – SD) das variáveis da temperatura rectal no dia um – TR ₁ – e no dia quatro – TR ₄ – e da temperatura ocular no dia um – TO ₁ – e no dia quatro – TO ₄ –; e relação entre as diferentes temperaturas (correlação e valor de p).	75

Tabela 30 – Características dos testes de diagnóstico (especificidade; sensibilidade) para a utilização da temperatura rectal praticada na exploração do estudo ($TR \geq 39,7^{\circ}\text{C}$) ou para a utilização dos valores obtidos através da análise da característica da resposta do observador (ROC) para a temperatura rectal e para a temperatura ocular, tanto no dia um como no dia quatro; e seus respectivos valores de valor predictivo positivo, valor predictivo negativo e eficiência de teste. . 80

ÍNDICE DE IMAGENS

Imagem 1 – Génese multifactorial da doença respiratória bovina.	9
Imagem 2 – Técnicas de medição da temperatura corporal para fins de investigação: equipamento para medição da temperatura rectal e equipamento para medição da temperatura vaginal.	30
Imagem 3 – Parque da exploração de engorda do estudo.	53
Imagem 4 – Instalações: local de espera para a deslocação dos vitelos para a manga de trabalho.	54
Imagem 5 – Dispneia e tosse num vitelo que viria a ser tratado com antibiótico.	54
Imagem 6 – Posição ortopneica e respiração com boca aberta num caso grave de DRB.	54
Imagem 7 – Câmara termográfica portátil FLIR i40.	56
Imagem 8 – Exemplos de imagens termográficas da região ocular dos vitelos: termogramas do vitelo “A” e do vitelo “B” no dia um e no dia quatro.	57
Imagem 9 – Definição de caso e definição do subgrupo sem terapêutica para a doença respiratória bovina.	58

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição de valores do peso final em função do tratamento para a doença respiratória bovina.	62
Gráfico 2 – Distribuição de valores do peso limpo da carcaça em função do tratamento para a doença respiratória bovina.	63
Gráfico 3 – Distribuição de valores do ganho médio diário do primeiro mês em função do tratamento para a doença respiratória bovina.	63
Gráfico 4 – Distribuição de valores do número de dias na exploração em função do tratamento para a doença respiratória bovina.	64
Gráfico 5 – Distribuição de valores da temperatura ocular no quarto dia em função do tratamento para a doença respiratória bovina.	64
Gráfico 6 – Distribuição de valores do ganho médio diário do período total em função da visualização de lesões pulmonares.	66
Gráfico 7 – Distribuição de valores do ganho médio diário do primeiro mês em função da visualização de lesões pulmonares.	66
Gráfico 8 – Distribuição de valores do peso inicial em função da visualização de lesões pulmonares.	67
Gráfico 9 – Distribuição de valores do peso intermédio em função da visualização de lesões pulmonares.	67
Gráfico 10 – Distribuição de valores do número de dias na exploração em função da visualização de lesões pulmonares.	68
Gráfico 11 – Distribuição de valores da temperatura rectal no primeiro dia em função da visualização de lesões pulmonares.	68
Gráfico 12 – Distribuição de valores da temperatura ocular no primeiro dia em função da visualização de lesões pulmonares.	69
Gráfico 13 – Distribuição de valores do peso inicial em função da presença de doença respiratória bovina.	71
Gráfico 14 – Distribuição de valores do peso intermediário em função da presença de doença respiratória bovina.	72
Gráfico 15 – Distribuição de valores do ganho médio diário do primeiro mês em função da presença de doença respiratória bovina.	72
Gráfico 16 – Distribuição de valores do ganho médio diário do período total em função da presença de doença respiratória bovina.	73

Gráfico 17 – Distribuição de valores da temperatura rectal no primeiro dia em função da presença de doença respiratória bovina.	73
Gráfico 18 – Distribuição de valores da temperatura rectal no quarto dia em função da presença de doença respiratória bovina.	74
Gráfico 19 – Distribuição de valores da temperatura ocular no primeiro dia em função da presença de doença respiratória bovina.	74
Gráfico 20 – Diagramas de dispersão da relação entre as diferentes temperaturas: diagrama de dispersão para a temperatura rectal e ocular no primeiro dia; diagrama de dispersão para a temperatura rectal e ocular no quarto dia; diagrama de dispersão para a temperatura rectal no primeiro e no quarto dia; diagrama de dispersão para a temperatura ocular no primeiro e no quarto dia	76
Gráfico 21 – Curva da análise da característica da resposta do observador (ROC) para a temperatura rectal no dia um, com os respectivos intervalo de segurança, valor da área abaixo da curva (AUC) e valor de corte.....	77
Gráfico 22 – Curva da análise da característica da resposta do observador (ROC) para a temperatura ocular no dia um, com os respectivos intervalo de segurança, valor da área abaixo da curva (AUC) e valor de corte.....	77
Gráfico 23 – Curva da análise da característica da resposta do observador (ROC) para a temperatura rectal no dia quatro, com os respectivos intervalo de segurança, valor da área abaixo da curva (AUC) e valor de corte.	78
Gráfico 24 – Curva da análise da característica da resposta do observador (ROC) para a temperatura ocular no dia quatro, com os respectivos intervalo de segurança, valor da área abaixo da curva (AUC) e valor de corte.	78
Gráfico 25 – Curva da análise da característica da resposta do observador (ROC) para a temperatura rectal e ocular no dia um (TR1 e TO1) e comparação estatística entre os dois métodos para o diagnóstico da doença respiratória bovina.....	79

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- APP – proteínas da fase aguda (*acute phase proteins* em inglês)
- AUC – área abaixo da curva (*area under the curve* em inglês)
- BHV-1 – herpesvírus bovino-1 (*bovine herpesvirus-1* em inglês)
- BRSV – vírus respiratório sincicial bovino (*bovine respiratory sincicial virus* em inglês)
- cm – centímetros
- DE – dias na exploração
- DRB – doença respiratória bovina
- DVB – diarreia viral bovina
- ET – eficiência do teste
- Fb – fibrinogénio
- FMV-UL – Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa
- g - gramas
- g/L – grama por litro
- GMD – ganho médio diário
- GMD_{0-F} – ganho médio diário total
- GMD₀₋₁ – ganho médio diário do primeiro mês
- GMD_{1-F} – ganho médio diário entre o primeiro mês e a saída para o matadouro
- h – horas
- Hp – haptoglobulina
- IgG – imunoglobulina G
- Kg – quilograma
- Km - quilómetros
- L - litro
- LP – lesões pulmonares
- m – metros
- mg/dL – miligrama por decilitro
- mg/m³ – miligrama por metro cúbico
- min – minutos
- n – número da amostra
- p – valor de p (*p-value* em inglês)
- P_C – peso limpo da carcaça
- P_F – peso final
- PIV-3 – parainfluenza vírus-3

P_1 – peso inicial
 P_{40} – peso intermédio
ROC – característica da resposta do observador (*receiver operating characteristic* em inglês)
SAA – amilóide sérica A (*serum amyloid A* em inglês)
SD – desvio padrão (*standard deviation* em inglês)
Se – sensibilidade
Sp – especificidade
TE – *test efficiency*
 T_O – temperatura ocular
 TO_1 – temperatura ocular do dia um
 TO_4 – temperatura ocular do dia quatro
 T_R – temperatura rectal
 TR_1 – temperatura rectal do dia um
 TR_4 – temperatura rectal do dia quatro
VPN – valor predictivo negativo
VPP – valor predictivo positivo
 ρ – coeficiente de correlação linear de Pearson
°C – graus centígrados
% – percentagem
® – marca registada

INTRODUÇÃO

Em explorações de engorda intensiva a doença respiratória bovina (DRB) é aquela que mais afecta a saúde e o bem-estar dos animais. Além disso, caracteriza-se por ser a doença que maior prejuízo económico causa nas explorações de engorda. O impacto económico negativo é devido a perdas associadas à mortalidade, morbilidade, diminuição da performance dos animais e alteração de características da carcaça. Em Portugal, constata-se uma elevada incidência de DRB e, conseqüentemente, importantes perdas económicas.

Esta elevada incidência da DRB na indústria de carne bovina deve-se ao seu carácter multifactorial. A combinação de factores infecciosos, ambientais e do hospedeiro resulta numa supressão do sistema imunitário que possibilita a transmissão de agentes infecciosos e a proliferação de agentes comensais bacterianos potencialmente patogénicos. Apesar de existir uma elevada compreensão da patogénese da doença, assim como de existir um desenvolvimento contínuo na área da vacinação e da terapêutica antimicrobiana e anti-inflamatória, o controlo e prevenção da DRB têm-se revelado insuficientes. Outro problema que se tem vindo a verificar é o desenvolvimento de resistências microbianas devido ao excesso da utilização de fármacos antimicrobianos em tratamentos profiláticos e metafiláticos.

Actualmente, a prevenção da doença é cada vez mais uma prioridade em detrimento do tratamento da mesma. Deste modo, a criação de condições ambientais com um plano de biossegurança adequado que proporcionem um elevado nível de bem-estar aos animais, assim como a identificação precoce e precisa de animais doentes, assumem cada vez mais importância.

Na área da detecção precoce têm sido testados inúmeros métodos de diagnóstico, principalmente associados à medição da temperatura corporal. Contudo, ainda não existe um método com uma elevada eficiência de diagnóstico.

Devido à sua relação custo/benefício, o método mais comumente utilizado nas unidades de engorda para identificação de animais afectados por DRB tem sido a observação de sinais clínicos respiratórios e a medição da temperatura rectal. Dado que a incidência da doença é geralmente superior nos primeiros dias de permanência na exploração, este método é realizado logo após a entrada dos animais. No entanto, a sensibilidade deste método de diagnóstico tem-se revelado diminuta.

Face a estas problemáticas com que as explorações de engorda bovina se deparam, decidiu-se, para efeitos deste estudo, avaliar-se a utilidade do uso da termografia como método de identificação precoce de animais afectados pela DRB. Dado que já tinha sido confirmada a

capacidade de diagnóstico da termografia para a DRB e que havia a possibilidade de ser um método com capacidade de detectar a doença até uma semana antes dos primeiros sinais clínicos, a hipótese de ser um método útil para realizar a triagem de animais doentes à entrada na exploração parece lógica. Assim, pretendeu-se testar e comparar este método de diagnóstico nas condições de campo numa unidade de engorda, em alternativa ao presentemente utilizado, de modo a avaliar o seu benefício nestes sistemas de produção.

Este trabalho de investigação foi inserido na presente Dissertação de Mestrado em Medicina Veterinária e resultou do estágio curricular na área de clínica e cirurgia de grandes animais sob a orientação do Professor Doutor George Stilwell. O estágio curricular teve uma duração de aproximadamente seis meses (período entre Setembro de 2010 a Março de 2011), tendo sido prolongado (até ao mês de Junho de 2011) de modo a se poder acompanhar o percurso, desde a entrada na exploração até ao abate, dos animais do presente estudo. O estudo experimental foi realizado numa exploração de engorda intensiva bovina no concelho de Ourém sob a orientação do Professor Doutor George Stilwell e da Dr.^a Ana Vieira (médica veterinária responsável da exploração).

CAPÍTULO I – RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Ao longo do percurso académico na Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa (FMV-UL), adquiriram-se conhecimentos teóricos e práticos nas diversas áreas de acção da profissão médico-veterinária. Porém, foi a área de clínica e cirurgia de grandes animais que nos despertou maior interesse. O estágio curricular foi realizado no âmbito do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária da FMV-UL.

A escolha do estágio na FMV-UL (período entre Setembro de 2010 a Março de 2011) foi devida à oportunidade de ser orientada pelo Professor Doutor George Stilwell, pela sua competência médica e trabalho reconhecido na área dos animais de produção.

O estágio curricular consistiu em saídas de campo no âmbito da disciplina de Clínica de Espécies Pecuárias para explorações de bovinos de aptidão leiteira localizadas no distrito de Lisboa e de Santarém. Adicionalmente, entre o mês de Novembro e o mês de Junho, surgiu a oportunidade de acompanhar e auxiliar o trabalho clínico realizado pela Dr.^a Ana Vieira numa exploração de engorda bovina no concelho de Ourém. Durante duas semanas foi possível participar no trabalho clínico realizado pelo Dr. João Tavares no âmbito do Agrupamento de Defesa Sanitária da Região de Estremoz (ADS-ACORE). Houve ainda oportunidade de acompanhar o trabalho de outros clínicos de espécies pecuárias, como o Dr. José Alface, o Dr. Carsten, o Dr. Dário Guerreiro e a Dr.^a Cristina Borrvalho.

Ao longo do estágio curricular foi possível adquirir diversos conhecimentos práticos referentes à clínica, cirurgia e manejo de espécies pecuárias. A grande maioria da casuística obtida foi em bovinos de aptidão leiteira, tendo o trabalho clínico sido desenvolvido principalmente em três locais: exploração de leite no concelho de Sintra (Sabugo), exploração de leite no concelho da Azambuja e Estação Zootécnica Nacional.

Focando a espécie bovina, a componente clínica abrangeu diversas áreas, tais como: patologias do aparelho músculo-esquelético (síndrome da vaca caída, bursite e afecções da úngula como úlcera da sola, abcesso da úngula e panarício), patologias da glândula mamária (mastite clínica, hiperqueratose da ponta do teto e *teat pea*), patologias metabólicas (hipocalcémia, hipofosfatémia e cetose clínica), patologias respiratórias (pneumonias em animais jovens e adultos), patologias do aparelho gastrointestinal (acidose ruminal, timpanismo gasoso e diarreia em animais jovens e adultos), patologias do aparelho reprodutor (prolapso uterino e vaginal, torção uterina, retenção placentária, endometrite, metrite puerperal e quistos ovários) e controlo reprodutivo.

Relativamente à primeira exploração, na área de cirurgia é de salientar a realização de cirurgias reprodutivas/obstétricas como cesariana, resolução de fístula rectovaginal, reparação de

laceração do períneo com a sutura de Goetze e vulvoplastia com a sutura de Caslick. Foi também possível a prática de técnicas cirúrgicas em cadáveres de animais eutanasiados, como amputação do dígito, tenectomia dos tendões flexores do dígito e ablação de tetos. Na área de reprodução, houve a oportunidade de realizar palpções rectais assim como de acompanhar ecografias por via transrectal realizadas pelo clínico responsável pela reprodução na exploração. Relativamente ao maneio da exploração, foi possível a participação na descorna de vitelos, monitorização e tratamento de vitelos nos primeiros dias pós-parto e corte funcional de cascos. Nesta exploração surgiu um surto de diarreia em vitelos machos, com aproximadamente dez dias de idade, que foi alvo de pesquisa e estudo para posterior apresentação de um caso clínico na disciplina de Actividades Hospitalares III.

Na segunda exploração também foi possível a aquisição de novos conhecimentos na área de clínica, cirurgia e maneio, com o apoio do médico veterinário responsável pela exploração Dr. José Alface. Na área de cirurgia é de salientar a prática na detecção, por percussão, de alterações do posicionamento do abomaso e a prática na resolução cirúrgica do deslocamento do abomaso à esquerda e à direita. Surgiu também a oportunidade de resolver cirurgicamente uma fístula rectovaginal. Relativamente à área de maneio e de clínica, foram adquiridos inúmeros conhecimentos relativos a afecções da úngula e respectivos tratamentos.

Na Estação Zootécnica Nacional a grande maioria do trabalho efectuado decorreu em bovinos de aptidão leiteira. Aqui, as principais actividades práticas desenvolvidas foram na área reprodutiva. Semanalmente foi possível identificar estruturas do aparelho reprodutor e realizar diagnósticos de gestação e de pós-parto por palpção rectal. Surgiu também a oportunidade de dar assistência a partos assim como aos vitelos recém-nascidos. Na área da cirurgia é de realçar a ablação da terceira pálpebra infiltrada por um carcinoma espinocelular.

Nesta última exploração, houve também contacto com suínos, ovinos e caprinos. Quanto à espécie suína, as intervenções realizadas foram essencialmente do foro clínico em fêmeas reprodutoras com metrite-mastite-agalaxia e em leitões com diarreia. Nos pequenos ruminantes, as principais actividades desenvolvidas consistiram em actos de profilaxia médica (vacinação e desparasitação) e no tratamento clínico de peeira.

Na exploração de engorda intensiva bovina, sob a orientação da Dr.^a Ana Vieira, foi possível adquirir conhecimentos na área de clínica e maneio, assim como de gestão deste tipo de engordas comerciais. Na área de clínica as principais actividades desenvolvidas foram actos de profilaxia médica (vacinações e desparasitações) e resolução de problemas respiratórios. Foi nesta exploração que foi realizado o estudo experimental “Uso da termografia no diagnóstico precoce da doença respiratória bovina em explorações de engorda”.

No âmbito do Agrupamento de Defesa Sanitária da Região de Estremoz, sob a orientação do Dr. João Tavares, foi possível a realização de um elevado número de vacinações, desparasitações, tuberculinizações (aplicação e posterior leitura da reacção) e colheitas de sangue (rastreio) em diversas explorações de bovinos, ovinos e caprinos.

CAPÍTULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA

1. INTRODUÇÃO

A doença respiratória bovina (DRB) está presente em diversos sistemas de produção bovina. Uma vez que o estudo experimental incidiu sobre a produção de carne em sistema de engorda intensiva tipo *feed-lot*, a presente revisão foi elaborada de modo a apoiar o mesmo estudo.

Em animais jovens, a DRB representa um grave problema de saúde para a indústria de carne bovina, sendo considerada a principal causa de morbidade e de mortalidade em unidades de engorda intensiva (Smith, 1998; Duff & Galyean, 2007). Adicionalmente, também influencia negativamente a performance dos animais e as características da carcaça (Wittum, Woolen, Perino & Littledike, 1996a; Gardner, Dolezal, Bryant, Owens & Smith, 1999; Schneider, Tait, Busby & Reecy, 2009). Assim se explica, o facto de ser a doença com maior prejuízo económico em animais jovens em sistemas de engorda intensiva (Smith, 1998; Snowden et al., 2007; Schneider et al., 2009).

Por estes motivos, tem sido uma das doenças mais estudadas em medicina veterinária desde o final do século XIX até à actualidade (Taylor, Fulton, Lehenbauer, Step & Confer, 2010a, 2010b). Usualmente, a doença é estudada no âmbito de sistemas de engorda intensiva. Este facto é explicado por ser neste ambiente que existe uma maior concentração de animais com diferentes origens, sujeitos a diversos estímulos stressantes, tal como o transporte, e de poeiras orgânicas, agentes infecciosos, agentes alergénicos e gases tóxicos (Robinson, 2004).

A etiologia da DRB é multifactorial e resulta da combinação de agentes patogénicos (vírus e bactérias), em conjunto com o manejo, fisiologia e factores ambientais (Edwards, 2010). Trata-se de um complexo de doenças que envolvem vários tipos de infecção, cada qual com as suas causas, sinais clínicos e implicações económicas (Snowden, Van Vleck, Cundiff & Bennett, 2006). É devido à complexidade de factores que normalmente estão envolvidos na sua génese, que designações como “Complexo respiratório bovino” ou “Síndrome respiratória bovina” são também aceites (Stilwell & Matos, 2004).

Apesar dos avanços tecnológicos na área da vacinação e da terapêutica antimicrobiana e anti-inflamatória, assim como de uma melhor compreensão da patogénese da DRB, o controlo desta doença nos animais recém-chegados às unidades de engorda intensiva tem sido, e

continua a ser, o maior desafio que a indústria de carne bovina enfrenta (Edwards, 2010; Panciera & Confer, 2010).

2. INCIDÊNCIA DA DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA

A DRB é a doença que ocorre com maior frequência em explorações de engorda intensiva, representando um grave problema de saúde para a indústria de carne bovina (Smith, 1998; Duff & Galyean, 2007). A sua incidência é altamente variável, podendo ser nula ou apresentar percentagens elevadas. Mas este facto, além de se dever ao carácter complexo da doença, também é explicado pelos métodos de identificação da doença utilizados nos estudos; enquanto que uns focam a forma clínica e subclínica da DRB, outros apenas abrangem a forma clínica da doença (Tabela 1).

Tabela 1 – Incidência da doença respiratória bovina no período pós-desmame em diferentes estudos.

Estudos	Número de animais	Forma clínica, subclínica ou ambas	Morbilidade (%)	Mortalidade (%)
EUROPA – PORTUGAL				
Stilwell (2013)	171	Clínica; Subclínica	15; 22	3
AMÉRICA DO NORTE				
Bateman, Martin, Shewen e Menzies (1990)	1179	Clínica	34,6	0,5
Muggli-Cockett, Cundiff e Gregory (1992)	10142	Clínica	16	-
Edwards (1996), citado por Smith (1998)	-	Clínica	5-11	0,57-1,07
Faber, Hartwig, Busby & BreDahl (1999)	2544	Clínica	20,6 (0-59)	0,35-5,9
Snowder et al. (2006)	18112	Clínica	17 (4,6-43,8)	3,9
Schneider et al. (2009)	1665	Ambas	64,6	-
ÁFRICA				
Thompson, Stone & Schultheiss (2006)	2036	Ambas	52,5	-

Relativamente ao intervalo de tempo do período de engorda onde se verifica uma incidência superior de casos de DRB, tem havido um forte consenso nos resultados de diferentes estudos que indicam a fase inicial como a mais importante. Snowder et al. (2006), destacou um aumento da incidência da DRB cinco dias após a entrada dos vitelos nos *feed-lot*. O mesmo autor reportou também que o pico da incidência se centrava no 14^o dia e que se mantinha elevado

até ao 80º dia; após o 110º dia, o número de novos casos afectados pela doença era insignificante. No estudo de Sowell et al. (1999) aproximadamente 80% dos vitelos foram identificados e tratados nos primeiros dez dias, assim como Bateman et al. (1990) reportou uma média para o primeiro tratamento de $9,5 \pm 5,3$ dias. Noutro estudo o pico da incidência da doença foi ao 18º dia, tendo 87% dos tratamentos sido efectuados nos primeiros 35 dias após a entrada dos animais na exploração (Thompson et al., 2006). Edwards (1996) (citado por Smith, 1998) também destacou que 65 a 80% da morbilidade incidiu nos primeiros 45 dias após a entrada dos vitelos nos *feed-lot*, assim como Schneider et al. (2009) verificou que 75% dos casos de DRB surgiram nos primeiros 55 dias de estadia na exploração. Analisando também os resultados obtidos por outros investigadores, que demonstraram uma incidência superior da doença até às 4/6 semanas (Faber et al., 1999; Schunicht et al., 2003; Assié, Seegers, Makoschey, Désiré-Bousquié & Bareille, 2009), torna-se evidente que o primeiro mês de estadia na exploração é importantíssimo para a detecção e controlo da DRB.

3. IMPACTO ECONÓMICO DA DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA

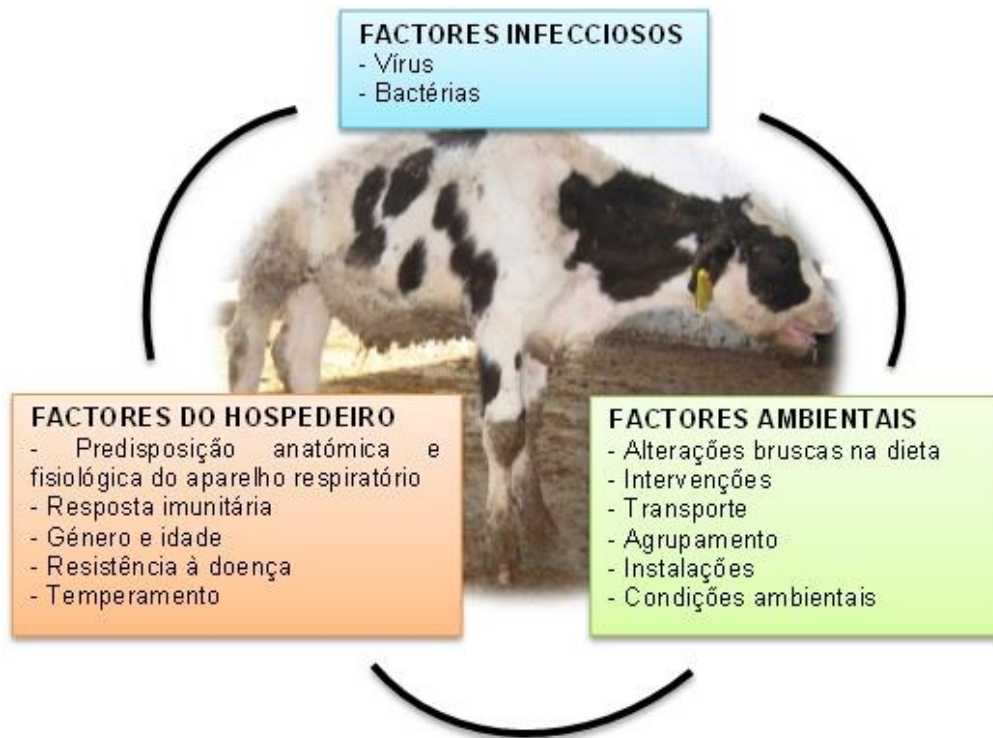
A nível de explorações de engorda intensiva, a DRB é a doença que causa maior prejuízo económico (Smith, 1998; Snowden et al., 2007; Schneider et al., 2009). O prejuízo advém não só da mortalidade e dos custos associados ao tratamento dos animais afectados (profilaxia, metafilaxia, mão-de-obra, isolamento e aumento do período de permanência na exploração), assim como de perdas associadas à performance do animal e à qualidade da carcaça (Duff & Galyean, 2007).

Num estudo retrospectivo, Faber et al. (1999) calculou um gasto de 12,39\$ para cada caso de DRB. Estimou também que cada novilho não afectado pela doença provia mais 57,48\$. Snowden et al. (2006) estimou uma perda de 13,9\$/animal associada aos tratamentos e à diminuição do ganho médio diário (GMD). McNeill et al. (1996) (citado por Schneider et al., 2009) incorporando também as perdas económicas associadas à qualidade da carcaça estimou um prejuízo de 92,26\$/animal. Analisando somente a influência da DRB na performance, Thompson et al. (2006) calculou um prejuízo de 3,41\$ por vitelo com DRB, clínica ou subclínica. A nível da qualidade da carcaça, Schneider et al. (2009) estimou uma perda monetária de 23,23\$, 30,15\$ e 54,01\$ consoante a aplicação de, respectivamente, um, dois, três ou mais tratamentos para a doença.

4. GÉNESE MULTIFACTORIAL DA DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA

A etiologia da DRB é multifactorial, resultando da interacção entre factores do hospedeiro, infecciosos e ambientais. O somatório de todos os factores resulta numa supressão do sistema imunitário, principalmente nos animais mais susceptíveis (Edwards, 2010). Segundo Stilwell & Matos (2004), dificilmente um agente etiológico, por si só, é capaz de produzir um quadro clínico com as características e gravidade da DRB. Em contraste, é de referir que os vários factores etiológicos não precisam de estar todos presentes para gerar doença.

Imagem 1 – Génese multifactorial da doença respiratória bovina.



4.1. Desenvolvimento da doença respiratória bovina

Durante o seu desenvolvimento, os bovinos são muitas vezes expostos a vários agentes patogénicos ubíquos virais e bacterianos (Callan & Garry, 2002, citado por Edwards, 2010). Um dos períodos mais importantes na vida do animal é quando da mudança para uma nova exploração, responsável por uma diferente fase de produção. Trata-se de uma mudança drástica e os animais recém-transferidos experimentam um nível elevado de stress. O stress é um factor debilitante do hospedeiro, podendo provocar alterações endócrinas, metabólicas, gastrointestinais e imunitárias que aumentam a susceptibilidade do animal a doenças, principalmente do foro respiratório (Loerch & Fluharty, 1999).

Dependendo da virulência do agente patogénico agressor e da susceptibilidade do hospedeiro, a DRB manifesta-se comumente através de uma infecção viral imunossupressora do tracto

respiratório superior. Assim, a progressão da doença do tracto respiratório superior para o inferior é tipicamente estabelecida através de uma infecção viral primária (Edwards, 2010; Faber et al., 1999). De notar que a presença de gases, como o amoníaco, também provoca inflamação do aparelho respiratório, diminuindo assim a capacidade de defesa do mesmo (Phillips et al., 2010). A imunodepressão leva a um compromisso do sistema imunitário inato, estabelecendo assim um ambiente respiratório propício à migração, colonização e replicação de agentes bacterianos patogénicos no pulmão (Confer, 2009; Edwards, 2010).

Muitos dos agentes patogénicos bacterianos são ubiqüitários, sendo comensais do tracto respiratório superior, principalmente da nasofaringe (Cusack, McMeninam & Lean, 2003; Confer, 2009). Estas bactérias, perante um episódio de imunodepressão, podem proliferar e colonizar o tracto respiratório inferior por inalação. Cada uma tem o seu quadro de factores virulentos, incluindo biofilme, cápsulas, adesinas, toxinas e enzimas, que potenciam a capacidade de colonizar as vias respiratórias inferiores, de resistir às defesas orgânicas e ao tratamento antimicrobiano, de causar destruição tecidual e de provocar uma intensa resposta inflamatória (Confer, 2009).

A dualidade stress/agente(s) infeccioso(os) origina graves pneumonias bacterianas, incluindo as micoplasmáticas, que muitas vezes levam à morte do animal (Panciera & Confer, 2010). Hjerpe (1983) (citado por Panciera & Confer, 2010) referiu que a pneumonia bacteriana surge geralmente seis a dez dias após uma situação de stress.

A interacção entre o sistema imunitário do hospedeiro e o agente patogénico é um processo dinâmico e complexo que apresenta múltiplos desafios para o sistema respiratório superior e inferior (Edwards, 2010).

4.2. Factores do hospedeiro

Existem vários factores que influenciam a incidência da DRB no bovino. Alguns são intrínsecos ao animal, como a anatomia e fisiologia do aparelho respiratório, assim como a influência imunitária materna, o género, a idade e a raça. Outros, como o carácter/temperamento e o estado nutricional do animal, são influenciados pela componente humana.

É também importante ter em atenção a possibilidade da presença de doenças concomitantes que potenciem o desenvolvimento da DRB pela sua acção debilitante e imunossupressora, como é o caso de parasitoses do aparelho respiratório (Stilwell & Matos, 2004).

4.2.1. Predisposição anatómica e fisiológica do aparelho respiratório

Devido a factores anatómicos e fisiológicos, os bovinos são naturalmente mais susceptíveis a patologias respiratórias (Radostits et al., 2002; Cooper & Brodersen 2010) e com maior

predisposição ao desenvolvimento de lesões pulmonares com maior gravidade do que noutra espécie pecuária (Radostits et al., 2002).

Os bovinos apresentam uma capacidade respiratória muito inferior à que o seu metabolismo exige (Radostits, O.M., Gay, C.C., Blood, D.C. & Hinchcliff, K. W., 2002). Este facto é explicado pela domesticação destes animais e constante selecção genética a que têm sido submetidos. Estando o sistema respiratório comprometido, a resistência fisiológica do pulmão a agentes patogénicos inalados é muito inferior, assim como a capacidade de reagir quando o pulmão se encontra lesionado (Stilwell & Matos, 2004).

De salientar que os bovinos apresentam uma actividade ventilatória basal elevada devido à existência de limitações fisiológicas nas trocas gasosas. Estas limitações podem predispor os animais a baixos níveis de oxigénio alveolar, principalmente em situações de altitudes elevadas ou durante períodos de actividade física ou metabólica elevada. Nestes casos, a baixa tensão de oxigénio ou a hipóxia pode conduzir à diminuição da velocidade da depuração pulmonar e das actividades mucociliar e macrofágica. Assim, comparativamente a outros mamíferos, a elevada susceptibilidade do pulmão bovino a agentes patogénicos veiculados por via aérea deve-se, em grande parte, a um maior uso da capacidade pulmonar para a ventilação basal. Esta característica dos bovinos permite uma contaminação superior do ar inspirado com substâncias infecciosas, alérgicas ou nocivas (Radostits et al., 2002).

Em termos anatómicos é de salientar, comparando com outras espécies, o excessivo grau de compartimentalização do pulmão bovino. A separação interlobular hermética, espessa e pouco elástica, pode predispor, principalmente quando as vias respiratórias estão obstruídas, a hipóxia periférica. Esta ocorrência diminui a actividade fagocitária e facilita a retenção e colonização de agentes infecciosos (Radostits et al., 2002).

De salientar também o diâmetro da traqueia ser relativamente pequeno e os alvéolos serem pequenos, muito agregados e sem comunicação entre si (Mariassy, Plopper & Dungworth, 1975; Stilwell & Matos, 2004). Os poros de Kohn, que permitem uma comunicação colateral para as trocas gasosas entre os alvéolos, existem em pequeno número (Mariassy et al., 1975; Radostits et al., 2002). A estrutura óssea torácica é também bastante rígida, ficando assim o diafragma encarregue da maioria do trabalho inspiratório. Este, por sua vez, está sujeito a compressão dos órgãos abdominais, o que em certas situações, pode dificultar a sua função (Stilwell & Matos, 2004).

A nível da circulação sanguínea, existe um número reduzido de capilares nos septos alveolares. (Stilwell & Matos, 2004). Existe também uma pequena quantidade de macrófagos alveolares, dificultando assim os mecanismos de depuração pulmonar. A existência de uma bioactividade

diminuída atípica da lisozima no muco respiratório bovino pode também tornar estes animais mais sensíveis a uma infecção do tracto respiratório (Radostits et al., 2002).

4.2.2. Componente materna – Resposta imunitária do hospedeiro

A transferência passiva de anticorpos é fundamental. Embora durante a gestação haja desenvolvimento do sistema imunitário, este não é suficiente; é após o parto que o sistema imunitário do vitelo adquire defesas contra microorganismos que nos animais adultos não induzem doença clínica (Tyzard, 2004; Dewell et al., 2006). A protecção imunitária é conferida aos vitelos através do colostro sob a forma de imunoglobulinas (Imunoglobulina G, M e A), linfócitos e citocinas imunitárias pro-inflamatórias como a interleucina 1-beta, a interleucina 6, a antagonista do receptor da interleucina 1, o interferão gama, o factor de necrose tumoral alfa e o factor de crescimento transformante beta-1 (Tyzard, 2004; Hirako et al., 2005; Stokka, 2010).

Assim, é evidente a relação entre a imunidade materna e a saúde dos vitelos. O papel da transferência passiva da imunidade materna na redução do risco de doença e mortalidade em vitelos já foi demonstrado em diversos estudos (Wittum & Perino, 1995; Faber, Faber, McCauley & Ax, 2005; Hirako et al., 2005; Dewell et al., 2006). Num estudo efectuado em vitelos de carne, concentrações inferiores de imunoglobulina G (IgG) foram significativamente associadas a um aumento da morbilidade e mortalidade, assim como a uma diminuição do GMD na fase de pré-desmame (Dewell et al., 2006). Wittum & Perino (1995) demonstraram que, quer na fase pré-desmame como na fase pós-desmame, havia uma probabilidade de morbilidade e mortalidade superior nos vitelos em que ocorria falha na transferência passiva da imunidade materna, do que nos vitelos em que a transferência era normal.

4.2.3. Género e idade

Snowder et al. (2006) reportou que a incidência da DRB clínica entre novilhos e novilhas era significativamente distinta; a incidência nos novilhos foi de 20%, enquanto que nas novilhas foi de 14%. Também Muggli-Cockett et al. (1992) demonstrou uma incidência superior da doença em vitelos, tanto no período pré-desmame (fêmeas 9,5%; machos 14,4%) como no período pós-desmame (fêmeas 12,5%; machos 17,2%). A castração poderá ser um factor com grande influência na diferença de incidência da DRB observada no género masculino.

Curiosamente, em estudos realizados por Arthington, Eicher, Kunkle e Martin (2003), observou-se que em vitelas após o desmame, os níveis de cortisol eram superiores. Este facto é importante devido à sua relação com o stress e, conseqüentemente, com o desenvolvimento de DRB.

Relativamente à idade dos animais, apesar de não ser consistente, parece haver uma tendência para os mais jovens terem uma maior susceptibilidade de desenvolver a DRB (Taylor et al., 2010a).

4.2.4. *Seleção genética – Resistência à DRB*

A influência dos factores genéticos na incidência da DRB ainda não se encontra bem esclarecida. No entanto, está bem presente o facto de que a genética claramente influencia a resposta do animal à infecção e à vacinação (Glass, Baxter, Leach & Jann, 2012). Actualmente, com o objectivo de melhorar os sistemas de produção intensiva, têm sido efectuadas inúmeras investigações no campo do melhoramento genético (Nkrumah et al., 2007).

Estudos demonstraram em ambos os períodos de pré e pós-desmame que o efeito genético na incidência da DRB não é forte. Muggli-Cockett et al. (1992) e Snowden, Van Vleck, Cundiff & Bennett (2005) estimaram, no período de pré-desmame, uma heritabilidade de $0,10 \pm 0,02$ e de $0,07$ a $0,19 \pm 0,01$, respectivamente. Em vitelos no período de pós-desmame, Muggli-Cockett et al. (1992) e Snowden et al. (2006, 2007) estimaram uma heritabilidade de $0,06 \pm 0,07$ e de $0,04$ a $0,08 \pm 0,01$, respectivamente. Com base nestes estudos, aparentemente, não existe vantagem no uso do efeito heterótico para aumentar a resistência à DRB.

Relacionando a incidência da DRB com as diferentes raças bovinas, apesar dos resultados não serem consensuais, foram detectadas algumas diferenças significativas entre raças quer no período pré-desmame como no período de pós-desmame. É de evidenciar a incidência superior da doença nos vitelos de raça Braunvieh e a elevada diferença na percentagem de mortalidade nos vitelos de raça Red Poll (Muggli-Cockett et al., 1992; Snowden et al., 2005, 2006). Esta elevada percentagem de mortalidade sugere uma susceptibilidade superior desta raça à infecção clínica de DRB (Snowden et al., 2006). Em Portugal, parece haver uma susceptibilidade superior à doença nos vitelos de raça Preta (Stilwell, Matos & Carolino, 2007). Num estudo realizado por Casas & Snowden (2009), foi sugerida a presença de um gene, ou de um grupo de genes, numa região do cromossoma 20 bovino, envolvido na incidência da DRB. Uma vez que o temperamento está relacionado com as hormonas do stress, têm sido efectuados estudos para avaliar geneticamente as características comportamentais. Nkrumah et al. (2007) estimou uma hereditabilidade para o espaço de fuga de $0,49 \pm 0,18$.

4.2.5. *Carácter / temperamento*

O temperamento é definido como a reactividade ou resposta de medo, ao Homem ou a ambientes estranhos (Fordyce, Dodt & Wythes, 1998, citado por Burdick et al., 2011a). É

importante ter em conta que a resposta do animal a uma situação estranha ou assustadora está dependente da sua genética, raça, género, idade, história e experiências anteriores (Grandin, 1997; Burdick et al., 2011b).

O temperamento, e o seu efeito na saúde e performance do animal, tem sido alvo de inúmeros estudos devido à sua relação com as hormonas de stress. Tem sido descrito que animais mais temperamentais apresentam concentrações basais superiores de cortisol e de epinefrina (Fell, Colditz, Walker & Watson, 1999; Burdick et al., 2010, 2011a, 2011b; Hulbert et al., 2011; Pereira, 2011). Já foi demonstrado que animais mais temperamentais apresentam uma resposta superior ao stress, quer físico ou psicológico, durante intervenções de manejo, como desmame, castração, transporte e entrada na exploração de engorda (Fell et al., 1999; Petherick, Doogan, Venus, Holroyd & Olsson, 2009; Burdick et al. 2010, 2011a; Hulbert et al., 2011). Com base neste facto, surge a especulação que animais com estas características apresentam respostas fisiológicas e endócrinas ao estímulo stressante diferentes das dos animais com um temperamento mais calmo (Burdick, 2011a).

A influência do temperamento ao nível da função imunitária tem despertado um forte interesse. Segundo Hulbert et al. (2011), esta resposta diferenciada entre os dois temperamentos poderá influenciar o sistema imunitário inato e a resposta da fase aguda, alterando assim o potencial de prevenção e de recuperação à DRB. O mesmo autor sugeriu que os neutrófilos dos animais calmos, 96h após o período de transporte, seriam mais resistentes a agressão microbiana do que os dos animais temperamentais. Observou também uma neutrofilia superior nos animais temperamentais, confirmando assim um nível de stress superior nestes animais. O impacto negativo na resposta imunitária de animais mais temperamentais após administração vacinal também já foi observado por Oliphint (2006). O mesmo autor também constatou nos vitelos mais temperamentais, *in vitro*, uma taxa de proliferação linfocitária inferior e, *in vivo*, uma concentração inferior de IgG específicas da vacinação.

Tem sido demonstrado em diversos estudos que os animais mais temperamentais apresentam GMD's e, conseqüentemente, pesos de carcaça inferiores aos dos animais mais calmos (Burrow & Dillon, 1997; Voisinet, Grandin, Tatum, O'Connorn & Struthers, 1997; Fell et al., 1999; Oliphint, 2006; Nkrumah et al., 2007; Petherick et al., 2009).

Relativamente à DRB, Fell et al. (1999) verificou que os animais com um temperamento calmo tinham uma morbidade significativamente inferior à dos vitelos mais temperamentais. Num estudo realizado em Portugal por Pereira (2011), verificou-se que os vitelos que tiveram uma reacção mais violenta face à presença humana apresentaram uma morbidade superior.

4.3. Factores infecciosos

Os agentes infecciosos são considerados agentes etiológicos essenciais. Apesar de poderem surgir isolados, é mais comum observarem-se associações, potenciando assim as capacidades patogénicas individuais dos agentes infecciosos (Gagea et al., 2006; Booker et al., 2008; Fulton et al., 2009).

Já há muito se conhece o envolvimento de vírus respiratórios bovinos nas afecções do tracto respiratório. Sendo também considerados agentes patogénicos primários, incluem o herpesvírus bovino-1 (BHV-1) – vírus da rinotraqueíte infecciosa bovina –, o parainfluenza vírus-3 (PIV-3), o vírus respiratório sincicial bovino (BRSV) e o vírus da diarreia viral bovina (DVB) (Ellis, 2009, Edwards, 2010). Estudos elaborados por Ellis et al. (1998) evidenciaram o papel dominante do vírus da DVB no desenvolvimento da DRB. Pesquisas posteriores destacaram o envolvimento do coronavírus respiratório bovino, tanto em animais jovens como em adultos, em casos de DRB (Lathrop et al., 2000; Decaro et al., 2008; Saif, 2010; Hick et al., 2012). Outros vírus, como reovírus e adenovírus, foram também identificados aquando de afecções do tracto respiratório (Fent et al., 2002; Härtel et al., 2004; Ellis, 2009).

Existem inúmeros agentes patogénicos bacterianos relacionados com a DRB. Os mais frequentemente implicados compreendem a *Mannheimia haemolytica*, a *Pasteurella multocida*, o *Histophilus somni*, o *Mycoplasma bovis* e o *Arcanobacterium pyogenes*, sendo a primeira considerada a mais importante (Welsh, Dye, Payton & Confer, 2004; Confer, 2009; Edwards, 2010). Outras bactérias que têm sido identificadas com alguma frequência incluem *Bibersteinia trehalosi*, *Ureoplasma diversum*, *Mycoplasma díspar* e *Mycoplasma bovirhinis* (Hodgins, Conlon & Shewen, 2002; Härtel et al., 2004; Blackall, Bojesen, Christensen & Bisgaard, 2007).

Por vezes são também encontrados pelos métodos de diagnóstico outros vírus e bactérias em animais com a doença. No entanto, ainda não se obteve nenhuma associação evidente e consistente, sendo de questionar o seu papel no desenvolvimento da DRB (Hodgins et al., 2002).

4.4. Factores ambientais

4.4.1. Bem-estar animal

O stress, e por sua vez a libertação de corticosteróides endógenos, desempenha um papel importantíssimo no desenvolvimento da DRB. Não só torna os animais mais susceptíveis à doença, como também poderá aumentar a gravidade da doença (Aich, Potter & Griebel, 2009). É conhecido que os corticosteróides podem diminuir diversas funções imunitárias como a maturação, diferenciação e proliferação de todas as células imunitárias. De igual modo, também

são responsáveis pela indução da apoptose dos linfócitos, redução da quimiotaxia e do número de leucócitos em circulação e redução da produção de anticorpos (Martin, 2009).

Além da influência negativa no sistema imunitário, o stress também induz temporariamente alterações endócrinas e metabólicas. Para agravar a situação, os animais sujeitos a um nível elevado de stress apresentam uma diminuição da ingestão e da digestão de alimentos que poderá agravar o estado da função imunitária (Galyean & Hubbert, 1995; Loerch & Fluharty, 1999; Burdick et al., 2011b).

Deste modo, quando os animais são submetidos a situações indutoras de stress como o desmame, transporte, intervenções e agrupamento de animais, há uma maior probabilidade de agressão ao tracto respiratório e, conseqüentemente, de ocorrência de doença respiratória superior ou inferior. Este período de debilidade do sistema imunitário permite a transmissão de agentes infecciosos e a proliferação de agentes endógenos bacterianos potencialmente patogénicos (Confer, 2009; Edwards, 2010).

4.4.1.1. Desmame / Alterações bruscas na dieta

O desmame é um período que impõe stress físico, psicológico e nutricional nos vitelos. Este factor stressante poderá levar a uma alteração temporária da função imunitária e, conseqüentemente, aumentar a susceptibilidade do animal à infecção por DRB. Lynch, Earley, McGee & Doyle (2010) demonstraram que o desmame induz, até uma semana depois, uma diminuição da função imunitária, tendo observado leucocitose associada a neutrofilia e linfopenia. Também foram observadas alterações nas funções dos neutrófilos, nomeadamente uma diminuição da função fagocítica e da capacidade de aderência às células endoteliais. Segundo Loerch & Fluharty (1999), a vocalização prolongada em resposta à alteração na dieta poderá irritar o tracto respiratório e aumentar a susceptibilidade dos vitelos à infecção.

Esta alteração na dieta pode também levar a uma redução temporária da ingestão de alimento permitindo o desenvolvimento de afecções do tracto gastrointestinal que influenciam negativamente o sistema imunitário (Loerch & Fluharty, 1999; Stilwell & Matos, 2004).

Segundo Arthington, Spears & Miller (2005), a existência de um período de adaptação à nova dieta entre o desmame e a entrada dos vitelos para o *feed-lot*, parece incrementar a tolerância dos vitelos ao stress devido ao transporte e à entrada na exploração.

4.4.1.2. Intervenções

As intervenções, na medida em que envolvem o factor humano e manipulação dos animais, são sempre indutoras de stress. Além de poderem provocar dor física, actuam como uma agressão psicológica através da indução de medo. O medo é o factor psicológico que mais stress provoca

nos animais (Grandin, 1997). Além do factor humano, o local, as instalações e as condições em que estas intervenções são realizadas, poderão ter uma forte influência no nível de stress provocado (Stilwell & Matos, 2004). De notar que qualquer actividade que seja novidade para o animal poderá provocar inquietação, sendo assim também considerada como um factor stressante (Grandin, 1997).

O maneo influencia temporariamente o stress e a performance dos animais. Estudos realizados por Petherick et al. (2009) demonstraram a diferença entre uma manipulação correcta e incorrecta dos animais. Animais com correcta manipulação apresentaram níveis de cortisol inferiores, indicando assim um menor nível de stress. Os animais com incorrecta manipulação, por terem sido sujeitos a um nível de stress superior, exibiram GMD's inferiores.

A raça do animal e as condições em que o mesmo foi criado influenciam fortemente a capacidade de reacção dos animais e, conseqüentemente, os níveis de stress. Em oposição aos animais de carne ou criados extensivamente, é de se esperar que animais de leite ou criados intensivamente estejam habituados e, por isso, mais calmos durante as intervenções. Como já foi referido acima, é também fundamental ter em atenção a presença de animais nervosos, pois a sua reacção ao factor humano e a determinadas intervenções irá ser mais exuberante (Grandin, 1997).

► **Castração**

Nalgumas explorações, a castração é uma prática comum após a entrada dos animais nas unidades de engorda intensiva. Além de, por si só, ser um procedimento que induz um nível elevado de stress, o facto de ser aplicado num período em que os animais são sujeitos a diversas fontes de stress contribui fortemente para uma diminuição do bem-estar animal.

Daniels, Bowman, Sowell, Branine & Hubbert (2000) destacaram que, comparativamente aos vitelos que eram castrados antes da transferência para a exploração de engorda, os vitelos que foram castrados à entrada da nova exploração, durante os primeiros 21 dias de estadia, tiveram uma percentagem de morbilidade e mortalidade superiores. O mesmo autor também reportou um GMD superior nos vitelos previamente castrados. Segundo Worrell, Clanton e Clakins (1987), a castração de vitelos na exploração de engorda influencia negativamente a performance do animal, dado que os vitelos intactos cresceram mais rapidamente e apresentaram uma eficiência alimentar superior.

4.4.1.3. Transporte

O transporte, por se tratar de um dos eventos que mais induz stress físico e psicológico nos animais, é um dos factores mais críticos no desenvolvimento da DRB (Swanson & Morrow-

-Tesch, 2001). Além de invocar um elevado nível de stress, uma vez que se trata de uma actividade estranha e assustadora para o animal, também permite uma concentração elevada no ar de poeiras orgânicas, agentes infecciosos, agentes alergénicos e gases tóxicos (Robinson, 2004). O stress resultante do transporte pode ser devido a inúmeros factores, incluindo o maneiio pré-transporte, barulho, vibrações, novidade, agrupamento, elevada densidade animal, factores ambientais, contenção, carregamento/descarregamento, tempo em trânsito e privação de água e alimento (Loerch & Fluharty, 1999; Swanson & Morrow-Tesch, 2001).

De notar que a raça do animal, assim como as condições em que o mesmo foi criado, têm influência no modo como os animais vão reagir ao seu transporte. Por exemplo, vitelos de carne, comparativamente com vitelos de leite, apresentam níveis superiores de stress durante o transporte; assim como animais criados num sistema de produção extensiva deverão experimentar mais stress aquando do transporte (Grandin, 1997; Stilwell & Matos, 2004).

Apesar de nem todos os estudos serem consensuais nos resultados obtidos, a maioria indica que o stress resultante do transporte provoca a activação do eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal e aumenta a temperatura corporal e a frequência respiratória e cardíaca (Swanson & Morrow--Tesch, 2001). Vários investigadores evidenciaram o efeito negativo no sistema imunitário devido ao stress do transporte (Blecha, Boyles & Riley, 1984; Swanson & Morrow-Tesch, 2001; Chirase et al., 2004; Buckham-Sporer, Burton, Earley & Crowe, 2007; Buckham-Sporer, Weber, Burton, Earley & Crowe, 2008). A supressão imunitária pode levar a um aumento da susceptibilidade à doença, assim como da sua gravidade. Buckham-Sporer et al. (2007, 2008) demonstrou a ocorrência de leucocitose, associada a um aumento do número de neutrófilos, assim como do seu tempo de vida e do seu potencial pró-inflamatório e antibacteriano. Blecha et al. (1984) evidenciou igualmente a ocorrência de neutrofilia até sete dias após o transporte. Dado que os neutrófilos são células da resposta inflamatória com um tempo de vida curto, o aumento do seu número e permanência no local poderá contribuir para a lesão de tecidos saudáveis (Buckham-Sporer et al. 2007; Burdick et al. 2011a). Também se verificou um aumento do rácio neutrófilos/linfócitos (Swanson & Morrow-Tesch, 2001). Segundo Chirase et al. (2004), o transporte provoca um aumento das concentrações séricas de biomarcadores de stress oxidativo que estão relacionadas a casos de DRB e de mortalidade em vitelos.

Em relação à concentração de algumas proteínas da fase aguda (APP) após o transporte, os resultados obtidos por diversos investigadores não têm sido consensuais. Enquanto uns observaram uma diminuição quantitativa de diversas APP (Buckham-Sporer et al., 2008; Hulbert et al., 2011), outros reportaram um aumento das mesmas (Arthington et al., 2003, 2005).

Muitas das alterações que surgem ao nível da função imunitária poderão demorar, após o transporte, 48h, ou mais, a retornar aos seus valores basais (Buckham-Sporer et al., 2008).

O transporte tem também influência a nível nutricional. A privação de água e alimento durante um longo período de tempo no transporte induz uma diminuição significativa da capacidade e actividade ruminal e promove a desidratação. Estas alterações podem manter-se por vários dias (Cole & Hutcheson, 1985).

4.4.1.4. Agrupamento

Geralmente nas unidades de engorda, os animais provêm de inúmeras explorações diferentes e de diversas localizações geográficas. Deste modo, é comum observar agrupamentos de animais que diferem na raça, idade, peso e estado imunitário. Este acontecimento permite uma maior exposição aos agentes patogénicos e, conseqüentemente, um aumento da susceptibilidade à doença (Edwards, 2010).

É necessário ter também em conta a organização hierárquica que ocorre aquando do agrupamento de animais. Este agrupamento, principalmente quando se junta animais de diferentes origens (sem organização social estabelecida) em condições estranhas para os mesmos, é responsável pelo aumento do nível de stress (Loerch & Fluharty, 1999). Durante o estabelecimento da hierarquia, os animais experienciam ansiedade e originam conflitos constantemente. Os animais mais fracos e nervosos poderão ter dificuldades em alcançar os alimentos e a fonte de água, além de não descansarem o suficiente e de estarem expostos a traumatismos (Stilwell & Matos, 2004).

4.4.2. Instalações e condições meteorológicas

As condições ambientais podem também afectar a saúde, performance e bem-estar dos animais na exploração. A regulação da temperatura corporal pode ser influenciada por temperaturas extremas, humidade, neve, chuva, poeiras, vento e lama (Edwards, 2010). Foram identificados diversos factores meteorológicos, como a velocidade máxima do vento, a temperatura média do vento frio e mudanças abruptas da temperatura ambiental associados a um aumento da incidência da DRB (Cernicchiaro, Renter, White, Babcock & Fox, 2012). Assim sendo, os animais alojados em instalações sem cobertura estão mais sujeitos às condições ambientais do que aqueles alojados em instalações com cobertura (Edwards, 2010).

A temperatura ambiental é um dos principais factores, podendo ser influenciada pelo vento, precipitação, humidade e radiação térmica. Temperaturas muito baixas, como -15°C, principalmente se associadas a vento e/ou precipitação, originam perdas de calor corporal por evaporação. Apesar do animal tentar manter a homeotermia através do aumento de ingestão de

alimento, em casos extremos pode conduzir a uma diminuição da sua ingestão. Uma temperatura ambiental elevada pode induzir elevados níveis de stress (*heat stress*), assim como proporciona um ambiente propício à sobrevivência de agentes infecciosos em micropartículas aerossolizadas. Perante temperaturas elevadas, a ausência de sombras ou do isolamento de estruturas pode levar a um aumento de 3 a 5 °C da temperatura ambiental devido à influência da radiação térmica. O *heat stress*, devido ao seu efeito imunossupressor, torna os animais mais susceptíveis à ocorrência de infecções. Nos bovinos de carne, foi relatada uma diminuição drástica da ingestão de alimento associada a uma permanência de mais de seis horas sob temperaturas ambientais superiores a 30°C (National Research Council, 1981; Stilwell & Matos, 2004).

A influência do calor e da humidade está interligada. Em situações de elevados níveis de temperatura e de humidade, a concentração de agentes potencialmente patogénicos pode alcançar valores como 10⁶ microorganismos por cada metro cúbico. Nestas condições, a humidade também influencia negativamente a perda de calor corporal por evaporação essencial à homeotermia (National Research Council, 1981).

Relativamente à presença de lama, verificou-se que uma profundidade de 10 a 20 cm e de 30 a 60 cm de lama poderá reduzir a ingestão de alimento em 5 a 15 % e em 15 a 30 %, respectivamente (National Research Council, 1981).

Outra condição extremamente desfavorável que influencia negativamente a saúde e o bem-estar dos animais é a acumulação de elevados níveis de amónia, principalmente quando há uma elevada densidade de animais associada a um ambiente desprovido de limpeza e ventilação (natural ou forçada). Concentrações de amónia superiores a 23mg/m³ foram associadas a um aumento da actividade macrofágica e da percentagem de neutrófilos nos pulmões, indicando assim inflamação activa. Em termos de sinais clínicos, a amónia foi também responsável por um aumento de lacrimejamento, excreções nasais e tosse nos animais. A irritação das membranas mucosas dos olhos, da cavidade nasal e do aparelho respiratório foi evidente perante uma concentração de amónia igual ou superior a 34mg/m³ (Phillips et al., 2010).

5. DIAGNÓSTICO DA DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA

O diagnóstico da DRB não é fácil. Somando ao facto de os agentes patogénicos causadores da DRB originarem uma grande variedade de sinais clínicos, lesões e respostas imunológicas, os mesmos sinais clínicos são muito semelhantes para agentes patogénicos diferentes (Stilwell & Matos, 2004).

A primeira etapa consiste na identificação dos animais que começam a exibir os primeiros sinais clínicos da doença. É da responsabilidade do médico veterinário ou técnico/auxiliar da exploração a identificação diária dos animais que necessitam de terapêutica antimicrobiana ou de outro tipo de intervenção (Edwards, 2010). Esta função é dificultada pelos próprios animais uma vez que os bovinos, sendo um animal predado, encaram o ser humano como predador e mascaram e/ou escondem os sinais clínicos de doença como forma de preservação (Noffsinger & Locatelli, 2004; White & Renter, 2009). Deste modo é muito difícil a identificação da doença na fase subclínica, assim como a sua detecção fica dependente da experiência e aptidão do médico veterinário ou técnico/auxiliar da exploração. Com base nestes métodos subjectivos de identificação da doença é óbvio que a identificação de animais doentes não é exacta e depende da experiência do observador (Duff & Galyean, 2007; Edwards, 2010). White & Renter (2009) demonstraram a eficácia reduzida para o diagnóstico da DRB através da presença de sinais clínicos, quando comparada com a visualização de lesões pulmonares no matadouro. Assim, a detecção da DRB somente com base na visualização de sinais clínicos não permite um diagnóstico eficaz e precoce da doença (Wittum et al., 1996a; Schneider et al., 2009; White & Renter, 2009).

Para se obter o diagnóstico etiológico é indispensável o recurso a exames laboratoriais. Deste modo, o diagnóstico da DRB resulta da combinação da observação de sinais clínicos com a realização de testes complementares. Cooper & Brodersen (2010) evidenciam a importância de um bom historial clínico e de uma selecção eficaz de meios complementares, tendo sempre consciente a componente económica inerente. Contudo, é cada vez mais difícil obter um diagnóstico etiológico definitivo, pois muitas vezes estamos perante múltiplas infecções e não apenas de uma infecção isolada (Radostits et al., 2002). Como já foi referido acima, a maioria dos agentes infecciosos é omnipresente no ambiente. Este facto provoca interpretações dúbias dos resultados microbiológicos, na medida em que é possível isolar agentes infecciosos tanto em animais saudáveis como em animais afectados por DRB (Gagea et al., 2006; Booker et al., 2008; Fulton et al., 2009).

É de especial interesse para o clínico e para o produtor a obtenção de um diagnóstico da DRB o mais preciso e precoce possível. A detecção rápida da doença juntamente com uma terapêutica adequada permite: diminuir o uso prolongado de antimicrobianos no tratamento, diminuir o período de tempo de doença subclínica, melhorar a resposta do animal ao tratamento, diminuir a percentagem de animais crónicos, diminuir a mortalidade e recuperar perdas de performance dos animais (Apley, 1997, citado por Timsit, Assié, Quiniou, Seegers & Bareille, 2011a; Schaefer et al., 2004, 2007; Snowden et al., 2006, 2007). A terapêutica eficaz, assim como as

estratégias de prevenção e controlo da DRB, estão dependentes de uma avaliação atempada e precisa executada pelo clínico (Apley, 1997; Schaefer et al., 2004, 2007).

5.1. Sinais clínicos

É fundamental ter em conta que os animais afectados por DRB podem manifestar diferentes sinais clínicos e que o seu grau de expressão é variável (Aich et al., 2009). De notar também que comumente os sinais clínicos surgem durante uma fase tardia do desenvolvimento da doença (Schaefer et al., 2007). Os sinais clínicos característicos da DRB incluem, mas não estão limitados a: depressão, anorexia, tosse, taquipneia, dispneia, sons respiratórios anormais, febre, rinorreia, narinas secas, corrimento ocular, orelha caída, magreza, pelagem baça e pouco cuidada e morte súbita (Faber et al., 1999; Duff & Galyean, 2007; Edwards, 2010).

White & Renter (2009) determinaram a eficácia do uso de sinais clínicos através da sensibilidade (61,8%) e especificidade (62,8%) do diagnóstico clínico.

A febre, embora não seja específica para a DRB, tem sido fortemente associada à doença após o agrupamento de vitelos em explorações de engorda (Timsit, Bareille, Seegers, Lehebel & Assié, 2011b). Schaefer et al. (2007) refere que, embora a DRB se refira a um complexo de afecções, este termo é utilizado, de um modo genérico, para caracterizar animais que apresentem febre indiferenciada e sinais clínicos respiratórios.

Um dos métodos mais comumente utilizados para o diagnóstico da doença em engordas intensivas tipo *feed-lot* consiste na observação diária dos vitelos e na medição da temperatura rectal daqueles que demonstrem uma aparência clínica anormal. Apesar de existir variabilidade no valor de temperatura rectal acima da qual um animal é considerado doente (39,5 a 40,5 °C), é usual a utilização do valor mínimo de 39,7°C (Radostits et al., 2002; Duff & Galyean, 2007). Na definição do valor mínimo é importante ter em consideração factores como as características dos animais e as condições ambientais.

A análise da temperatura corporal, devido à sua forte associação com a DRB e à sua importância para o presente estudo, será aprofundada separadamente (secção 5.3.2.).

A auscultação pulmonar é um auxílio para a avaliação de sons pulmonares patológicos. Com este instrumento é possível determinar o grau de desenvolvimento e a natureza da lesão, assim como delimitar o tecido pulmonar acometido (Radostits et al., 2002). De igual modo a percussão também auxilia na avaliação das zonas pulmonares envolvidas. Aquando da percussão da região pulmonar, segundo Flöck (2004) pode ocorrer um aumento ou diminuição da ressonância, consoante se trate de enfisema pulmonar ou de pleurite e efusão pleural. É

também frequente obter-se uma diminuição da ressonância na região dos lobos craneo-ventrais.

Diversos investigadores testaram e aplicaram uma técnica de classificação para gravidade da DRB que incorpora diversos sinais clínicos da mesma. Com uma classificação pré-definida, o clínico determina para cada parâmetro clínico um grau de gravidade. Os resultados de cada animal são incorporados numa classificação final semi-objectiva (com uma escala de um a quatro, por exemplo). Este método aumenta a especificidade do diagnóstico da DRB e auxilia o clínico na decisão terapêutica (Schaefer et al., 2007, 2011; Taylor et al., 2010b). Esta metodologia pode também ser utilizada juntamente com outros parâmetros de diagnóstico, aumentando ainda mais a especificidade do diagnóstico (Schaefer et al., 2011).

5.2. História clínica

O historial clínico é de extrema importância, pois permite ao veterinário estabelecer uma lista de diagnósticos diferenciais. Com isto, e atendendo à componente económica da exploração, o clínico pode seleccionar os meios de diagnóstico mais apropriados, sugerir outros testes ou selecção de amostras e avaliar se as amostras submetidas correspondem ao problema do grupo. A informação inerente a todos os animais, saudáveis ou não, pode fornecer dados sobre possíveis factores de risco, assim como detectar deficiências que podem predispor os animais à doença (Cooper & Brodersen, 2010).

5.3. Meios complementares de diagnóstico

Os meios complementares de diagnóstico são ferramentas que auxiliam a alcançar o diagnóstico definitivo, apoiando o médico veterinário no seu dia-a-dia. Segundo Cooper & Brodersen (2010), a colheita de amostras *ante mortem* é uma estratégia muito importante em surtos de doença respiratória. A selecção dos meios complementares de diagnóstico depende dos diagnósticos diferenciais, história clínica e qualidade da amostra, médico veterinário que elabora o diagnóstico, objectivos do produtor, laboratório onde é analisada a amostra e do estatuto económico do produtor/exploração.

A selecção dos animais deve estar directamente relacionada com o problema do grupo. Idealmente, os animais seleccionados devem encontrar-se numa fase inicial da doença e sem terem sido submetidos a terapêutica. Exceptua-se os casos em que o objectivo é determinar o agente infeccioso que está a afectar os animais numa fase crónica da doença; nestes casos, a selecção de amostras é direccionada a agentes patogénicos secundários (Cooper & Brodersen, 2010).

É importante ter em conta que certos factores como a qualidade da amostra, a fase temporal da doença, o stress diário dos animais, os agentes patogénicos e a experiência do(s) técnico(s) que manipula(m) a amostra, alteram constantemente a especificidade e sensibilidade dos testes de diagnóstico (Cooper & Brodersen, 2010). Actualmente, apesar de existirem inúmeros métodos complementares de diagnóstico, ainda não existe um método com elevada precisão de diagnóstico para a DRB que possa ser utilizado nas operações de manejo diárias de uma exploração de engorda (Duff & Galyean, 2007).

5.3.1. Testes laboratoriais

Os testes laboratoriais são frequentemente utilizados para confirmação do diagnóstico de DRB. As técnicas laboratoriais incluem: serologia, isolamento viral e bacteriano, microscopia electrónica, imunofluorescência, imunohistoquímica e métodos de amplificação molecular (Fulton & Confer, 2012). No entanto, além da sua utilidade estar limitada pela demora na obtenção dos resultados, ainda não se descobriu um metabolito, composto ou organismo ideal para confirmação da DRB. Outro factor que é necessário ter em conta é o custo associado ao teste laboratorial, à contenção dos animais e à colheita e envio de amostras. Assim, não é economicamente viável a testagem de todos os animais suspeitos e a selecção do teste a ser utilizado deverá ser bem ponderada (Duff & Galyean, 2007).

5.3.1.1. Análises sanguíneas

O exame hematológico pode indicar a gravidade da infecção assim como a sua natureza, se bacteriana ou viral. Em vários casos de broncopneumonia e pleurite graves, ocorrem alterações acentuadas nas concentrações de leucócitos (Radostits et al., 2002). Flöck (2004) verificou a ocorrência de eritrocitose em vitelos com doença pulmonar. A análise hematológica também permite a identificação da presença de stress e, conseqüentemente, de alterações do bem-estar animal.

A via hematológica possibilita a aplicação de inúmeros testes que tornam possível a quantificação de hormonas de stress, proteínas de fase aguda, anticorpos e antigénios presentes no animal.

➤ Proteínas da fase aguda

A resposta fisiológica à infecção ou lesão tecidular envolve uma resposta inflamatória local e uma resposta sistémica. A fase inicial da resposta sistémica caracteriza-se pela reacção da fase aguda. Nesta fase, ocorre uma alteração quantitativa de um grupo de proteínas – proteínas da

fase aguda (APP) – presentes no sangue e noutros fluidos biológicos (Humblet, Coghe, Lekeux & Godeau, 2004; Ceciliani, Ceron, Eckersall & Sauerwein, 2012). Estas proteínas têm sido alvo de inúmeros estudos, uma vez que podem ser um auxílio valioso para o diagnóstico e prognóstico da DRB (Radostits et al., 2002; Berry et al., 2004; Murata, Shimada & Yoshioka, 2004).

Murata et al. (2004) relatou que as concentrações circulantes das APP estão relacionadas com a gravidade da doença e com a extensão da lesão tecidual. Uma característica bastante vantajosa é a baixa concentração sérica das APP em animais saudáveis, facilitando assim a determinação da ocorrência de processos inflamatórios. Esta característica é bastante notória na haptoglobina (Hp), sendo a sua concentração sérica em bovinos saudáveis geralmente indetectável (Humblet et al., 2004).

Já foram relacionadas várias proteínas da fase aguda com a DRB, nomeadamente a Hp, o fibrinogénio (Fb), a proteína amilóide sérica (SAA), a ceruloplasmina, a glicoproteína ácida- α -1 e a proteína C-reativa (Carter et al., 2002; Murata et al., 2004). No entanto, apesar de várias APP serem objecto de estudo, a grande maioria dos resultados relevantes centram-se na Hp. A Hp é uma das principais APP nos ruminantes, podendo verificar-se um aumento da sua concentração em cem vezes, ou mais, perante estimulação imunitária (Murata et al., 2004).

A concentração de Hp já demonstrou potencial como indicadora de morbilidade da DRB, previsora da gravidade da doença ou do número de tratamentos necessários e indicadora da eficácia do tratamento (Wittum et al., 1996b; Carter et al., 2002; Berry et al., 2004; Humblet et al., 2004). Segundo Berry et al. (2004) e Humblet et al. (2004), o Fb também poderá ter utilidade na identificação de animais doentes e da gravidade da doença ou do número de tratamentos que os animais poderão necessitar. A eficácia na associação da SAA com a Hp para determinar a gravidade da doença também já foi demonstrada (Carter et al., 2002). Humblet et al. (2004) constatou que a combinação da Hp com o Fb foi a que produziu uma melhor associação entre a sensibilidade e a especificidade para identificar os vitelos que necessitariam de um fármaco anti-inflamatório associado ao tratamento antimicrobiano.

Uma vez que as APP, principalmente a Hp, têm sido associadas à detecção precoce da DRB, têm sido utilizadas em diversos estudos como indicadores da resposta imunitária inata (Schaefer et al., 2004, 2007; Buckham-Sporer et al., 2008; Timsit et al., 2011a).

► Serologia

Na obtenção de um diagnóstico diferencial, a serologia surge como uma ferramenta muito acessível e fiável. Tal como acontece com outros meios complementares de diagnóstico, os resultados devem ser associados às áreas de epidemiologia e anatomo-patologia.

Na utilização desta ferramenta de diagnóstico deve ter-se em atenção a possibilidade da influência de anticorpos maternos até, aproximadamente, aos seis meses de vida do bovino, e da influência de vacinações realizadas anteriormente (Härtel et al., 2004; Stilwell & Matos, 2004). Um resultado positivo também não implica necessariamente a participação do agente no desenvolvimento da doença. É necessário ter em conta a ubiquidade e a prevalência de alguns agentes infecciosos, assim como também poderá ser o resultado de reacções cruzadas com estirpes não-patogénicas ou provenientes de outros órgãos (Stilwell & Matos, 2004). Assim, a grande desvantagem deste método assenta no facto do título de anticorpos não expressar necessariamente a capacidade de resistência de um animal e de não ser capaz de distinguir entre anticorpos vacinais e anticorpos adquiridos após a infecção. Este método é um indicador de exposição prévia, o que significa que os resultados obtidos poderão confundir, ou não auxiliar, a determinação da etiologia da doença. A sua utilização para monitorizar infecções activas num grupo de animais é de grande utilidade (Fulton & Confer, 2012).

Para a informação obtida por este diagnóstico ser significativa devem ser realizadas duas medições de anticorpos contra um determinado agente infeccioso com, pelo menos, quinze dias de intervalo e sem aplicar programas vacinais durante este período de tempo. O valor da titulação da segunda amostra deverá ser, pelo menos, quatro vezes superior ao da primeira amostra para suportar a ideia de envolvimento desse agente na patogénese da doença (Stilwell & Matos, 2004).

► **Mensuração do nível de stress**

Uma vez que a relação entre níveis excessivos de stress e a ocorrência de DRB está bem estabelecida, a utilização de ferramentas de diagnóstico que permitam quantificar o nível de stress assume um papel relevante. Para a sua avaliação, podem ser analisadas a actividade simpática-adrenomedular – resposta inicial ao factor stress – e a actividade hipotalâmica-hipofisária-adrenocortical – resposta secundária ao stress (Aich et al., 2009; Burdick et al., 2011b). Além de ser possível a identificação dos animais mais susceptíveis aos factores stressantes através da observação de comportamentos indicativos de stress, como fuga, vocalização e movimentos agressivos, é também possível a mensuração de hormonas e de outros indicadores de stress como a frequência cardíaca (Grandin, 1997).

A mensuração do cortisol é um dos métodos mais utilizados pelos investigadores para identificar a presença de stress. Várias situações que são consideradas stressantes para os animais, como o desmame, o transporte, o mau maneio e a aplicação de técnicas agressivas, têm sido associadas a um aumento do cortisol (Swanson & Morrow-Tesch, 2001; Aich et al., 2009; Petherick et al., 2009).

O uso de hormonas para mensuração do nível de stress pode apresentar algumas limitações, como dificuldade na obtenção de níveis basais padrão, frequência inadequada de colheita de amostras (possibilidade de não captar tempos de resposta rápidos) e a influência dos ritmos circadiano e ultradiano nos níveis hormonais. Adicionalmente, é necessário ter em conta que a recolha de sangue, por ser um método invasivo, pode causar uma resposta de stress e, conseqüentemente, influenciar a mensuração das hormonas de stress. Esta limitação pode ser evitada dado que é possível qualificar e quantificar indicadores da actividade hipotalâmica-hipofisária-adrenocortical na saliva (Schaefer et al., 2004; Pereira, 2011), fezes (Palme, Robia, Baumgartner & Möstl, 2000; Morrow, Kolver, Verkerk & Matthews, 2002), urina (Morrow, Kolver, Verkerk & Matthews, 2000; Higashiyama, Narita, Nashiki, Higashiyama & Kanno, 2005) e leite (Verkerk, Phipps, Carragher, Matthews & Stelwagen, 1998).

5.3.1.2. *Análise do tracto respiratório*

A análise laboratorial de exsudados e secreções do tracto respiratório é a ferramenta de diagnóstico mais comum perante casos de DRB (Radostits et al., 2002). Os resultados devem ser interpretados com o conhecimento que as amostras obtidas por estas técnicas são representativas apenas de uma área da cavidade nasal/nasofaringe ou dos pulmões; como consequência, os resultados obtidos poderão não ser representativos da totalidade das regiões anatómicas. É necessário também ter em atenção que muitos dos organismos microbianos são frequentemente isolados nas diferentes regiões do tracto respiratório, tanto nos animais doentes como nos animais saudáveis. Este facto é indicativo de que, muitas vezes, as alterações causadas por estes agentes são subclínicas, sendo assim bastante difícil diferenciar entre os animais doentes e os saudáveis usando apenas a quantificação e qualificação da flora respiratória microbiana (Allen et al., 1990).

O produto resultante de zaragatoas nasais e nasofaríngeas, assim como das lavagens traqueais ou broncotraqueais, pode ser submetido a exame citológico, análise de sensibilidade antimicrobiana e a isolamento de vírus, bactérias e fungos (Radostits et al., 2002).

Na colheita de secreções é preferencial a selecção de animais na fase aguda da doença (primeiro e segundo dia do surto) e sem tratamento antimicrobiano. A selecção é fundamental, uma vez que a utilização de antimicrobianos poderá evitar ou retardar o crescimento das culturas bacterianas no laboratório (Allen et al., 1990; Cooper & Brodersen, 2010). O período após a entrada dos animais na exploração é o intervalo de tempo mais indicado para a obtenção de isolados bacterianos, pois a capacidade pulmonar de eliminar estes agentes encontra-se diminuída por infecções virais concorrentes e/ou outros factores indutores de stress (Cooper & Brodersen, 2010).

Em casos de suspeita da presença de parasitas do aparelho respiratório, a análise das secreções nasais também permite a pesquisa de ovos embrionados ou larvas (Cooper & Brodersen, 2010).

➤ **Zaragatoas nasais e nasofaríngeas**

As zaragatoas nasais e nasofaríngeas são ferramentas de diagnóstico não-invasivas, realizadas *ante mortem*, utilizadas para a detecção e/ou predição de infecções respiratórias.

O ponto forte da zaragatoa nasal foca-se mais na detecção de vírus, como o BHV-1 e o BRSV, e de micoplasmas. Os isolamentos bacterianos devem ser analisados com cuidado, uma vez que resultados negativos deverão ser questionados (Cooper & Brodersen, 2010).

Descobertas feitas por DeRosa, Mecho, Staats, Chengappa & Shryock (2000) sugeriram que culturas de zaragatoas nasais podem ser fortemente predictivas dos agentes patogénicos presentes no pulmão e da sua susceptibilidade a fármacos antimicrobianos. De igual modo, foi demonstrado que isolamentos bacterianos de *Mannheimia haemolytica* e *Mycoplasma bovis* da nasofaringe, eram altamente representativos de isolados nos pulmões (Godinho et al., 2007, citado por Cooper & Brodersen, 2010). Allen et al. (1991) evidenciou uma correlação moderada entre microorganismos isolados de zaragatoas da nasofaringe e microorganismos isolados através de lavagens broncoalveolares; para a *Pasteurella multocida* obteve uma boa correlação, tendo sido também associada à morbidade.

➤ **Lavagens traqueais ou bronco-alveolares**

As lavagens traqueais ou bronco-alveolares são técnicas de diagnóstico realizadas *ante mortem* ou no período imediatamente a seguir à morte (Cooper & Brodersen, 2010). Segundo Stilwell & Matos (2004), permitem um bom diagnóstico de afecções respiratórias inferiores, sendo úteis para o isolamento de bactérias, vírus e micoplasmas.

Cooper & Brodersen (2010) destacam que o lado negativo desta técnica assenta no facto de ser um procedimento que induz stress nos animais; além de ser necessária uma contenção rígida do animal, também está dependente da anestesia do mesmo. Outra desvantagem consiste na dificuldade em se obter material dos lobos pulmonares mais afectados (ventrais), já que geralmente a amostra recolhida provem dos lobos normalmente menos atingidos (dorsais) (Allen et al., 1990; Stilwell & Matos, 2004). Embora não sejam técnicas com uma facilidade de execução similar à das zaragatoas, os resultados que se obtêm permitem uma abordagem mais alargada de diagnóstico (Cooper & Brodersen, 2010). Em casos de mortes recentes ou de execução de eutanásia, torna-se um procedimento bastante útil e de fácil execução.

5.3.1.3. *Análise fecal*

As amostras fecais poderão ter utilidade na detecção de hormonas de stress, como o cortisol, e na detecção de parasitas, bactérias e vírus. Em casos de suspeita do envolvimento do coronavírus bovino, esta técnica é uma boa alternativa ao uso de métodos invasivos (Saif, 2010). No caso do uso das amostras fecais para detecção de larvas de parasitas, é preciso ter em atenção que os falsos negativos são comuns (Radostits et al., 2002; Cooper & Brodersen, 2010).

5.3.2. *Análise da temperatura corporal*

A febre, juntamente com a leucocitose e com as alterações que ocorrem nas proteínas da fase aguda, é uma consequência da resposta sistémica inicial do organismo à infecção ou à lesão tecidual (Ceciliani et al., 2012). Consiste na elevação da temperatura corporal interna acima do ponto crítico normal mantido por um animal, sendo, geralmente, iniciada pela introdução de um agente pirogêneo exógeno e mediada pela acção de pirogêneos endógenos (Radostits et al., 2002). De notar que a elevação da temperatura corporal também está associada à resposta inicial a um estímulo stressante (Aich et al., 2009). Assim se explica o crescente interesse no uso da medição de oscilações na temperatura corporal como uma ferramenta de prevenção e de auxílio ao diagnóstico da DRB.

Actualmente, a medição da temperatura corporal tem sido alvo de inúmeros estudos com o objectivo de melhorar a detecção de animais afectados por DRB ou com elevada probabilidade de a desenvolver (Duff & Galyean, 2007). Face à sua importância, tem sido aconselhada a medição da temperatura corporal dos animais à entrada na exploração, principalmente em grupos de animais considerados de elevado risco (Galyean, Gunter & Malcolm-Callis, 1995; Vogel et al., 1998; Richeson et al., 2008; González-Martín et al., 2011; Richeson, Powell, Kegley & Hornsby, 2011).

A medição da temperatura rectal é uma das técnicas mais simples e comumente utilizadas para a avaliação da temperatura corporal. A escolha deve-se ao facto de ser um equipamento económico, reutilizável, de longa duração e com boa eficácia. Para fins de investigação, foram desenvolvidos dois equipamentos, um para medição da temperatura rectal e outro para medição da temperatura vaginal, que permitem a medição contínua e simultânea de inúmeros animais para posterior análise retrospectiva (Reuter, Carroll, Hulbert, Dailey & Galyean, 2010; Burdick et al., 2012; Sharon et al., 2013).

Imagem 2 – Técnicas de medição da temperatura corporal para fins de investigação: equipamento para medição da temperatura rectal (A) e equipamento para medição da temperatura vaginal (B). [Adaptado de Reuter et al. (2010) e de Sharon et al. (2013)].



Outros investigadores têm aplicado diferentes técnicas para a medição da temperatura corporal como a medição da temperatura ruminal (Timsit et al., 2011a, 2011b), timpânica (Richeson et al., 2011) ou da superfície externa corporal (Schaefer et al., 2007, 2011). Estas últimas, além de serem técnicas não-invasivas para os animais, possibilitam a incorporação de rádio-transmissores, permitindo assim a análise imediata dos estes motivos, estas técnicas têm vindo a ser desenvolvidas e analisadas, visando a prevenção e o controlo da DRB.

5.3.2.1. Bolos reticulo-ruminais

Foi demonstrada em diversos estudos a existência de uma forte correlação entre a temperatura rectal e a temperatura ruminal (Rose-Dye et al., 2011; Timsit et al., 2011a).

Rose-Dye et al. (2011) constatou que a medição da temperatura ruminal é capaz de detectar alterações da temperatura corporal em resposta à infecção de agentes patogénicos da DRB. Segundo Timsit et al. (2011a), a utilização de bolos intra-ruminais permite a detecção precoce da DRB, tendo sido obtido um valor predictivo positivo de 73% em episódios de elevação da temperatura ruminal (39,4 a 42,4 °C) superiores a seis horas. Dependendo dos sinais clínicos da doença, a sua visualização ocorria num intervalo de 12 a 136 horas após a detecção do episódio de elevação da temperatura reticulo-ruminal. No entanto, o exame clínico para a confirmação da DRB é indispensável. Noutro estudo realizado pelo mesmo autor, os episódios de elevação da temperatura reticulo-ruminal tinham início 4 a 177 horas antes de ser tomada a decisão de aplicar a terapêutica para a DRB (Timsit et al., 2011b).

Através destes estudos é possível concluir que os bolos reticulo-ruminais podem ser uma ferramenta muito útil para a monitorização à distância de vitelos recentemente agrupados, principalmente quando é um grupo de animais considerado de elevado risco de desenvolvimento de DRB. A colocação dos bolos reticulo-ruminais é simples e oferece vantagens como a facilidade de observação de alterações na temperatura corporal sem contenção do animal e a possibilidade de identificação de animais doentes antes do aparecimento de sinais clínicos (Rose-Dye et al., 2011).

5.3.2.2. Termografia – alterações na temperatura ocular

Um dos principais fundamentos da termografia é a lei de Stefan-Boltzmann, ou seja, que todos os “objectos” emitem energia electromagnética proporcional à sua temperatura por condução, convecção e radiação (Polat et al., 2010). É também importante o conhecimento de que a perda de calor corporal por radiação é uma via significativa de, aproximadamente, 60% da dissipação de calor de um animal (Kleiber, 1975; Schaefer et al., 2011). Assim, a termografia caracteriza-se por ser um método de diagnóstico não-invasivo capaz de medir energia electromagnética emitida por “objectos” no comprimento de onda da radiação infravermelha (três a doze micrómetros) (Schaefer et al., 2004). O termógrafo absorve a radiação infravermelha emitida e cria uma imagem térmica baseada na quantidade de calor formado pelo animal (Colak et al., 2008; Polat et al., 2010).

O uso deste método de diagnóstico é lógico, dado que oscilações na temperatura corporal estão associadas a inúmeras lesões, doenças ou mesmo alterações comportamentais.

É importante ter a noção de que qualquer factor que possa influenciar a temperatura corporal, como a radiação solar e o humedecimento da superfície corporal do animal, diminui a eficácia deste método de diagnóstico. A grossura e a densidade da pele, assim como a pelagem entre diferentes raças de bovinos, são também factores que devem ser considerados na comparação de diferentes estudos sobre determinada doença ou lesão (McCafferty et al., 2007).

Para a identificação de infecções sistémicas ou de alterações termorreguladores associadas ao stress, concluiu-se que a temperatura emitida da região ocular é a que melhor reflecte a temperatura corporal interna (Kastberger & Stachl, 2003; Schaefer et al., 2004, 2007, 2011).

Schaefer et al. (2007) demonstrou que a termografia permitiu identificar animais com DRB numa fase inicial da doença, tendo alguns animais sido detectados desde poucos dias até uma semana antes da manifestação de sinais clínicos. No período de quatro a seis dias antes do aparecimento de sintomatologia clínica, o diagnóstico obtido pela termografia apresentou resultados do valor predictivo positivo, do valor predictivo negativo e da eficiência de teste de, respectivamente, 80,1%, 65,1% e 71%. Schaefer et al. (2011), num grupo de animais com uma

prevalência inferior de DRB, apresentou resultados do valor predictivo positivo, do valor predictivo negativo e da eficiência de teste de, respectivamente, 86,3%, 100% e 93%, para o diagnóstico realizado pela termografia (valor de corte a 35,3°C).

Tabela 2 – Diferentes aplicações da termografia em bovinos.

Estudos	Observações
Schaefer et al. (1988)	Alterações da temperatura termográfica associadas ao transporte e ao jejum – Método eficaz na avaliação do bem-estar animal.
Eicher et al. (2006)	Alterações da temperatura termográfica da cauda para detecção de dor crónica após o corte de cauda.
Stewart, Stafford, Dowling, Schaefer & Webster (2008); Stewart et al. (2009)	Diminuição da temperatura termográfica ocular permite a detecção de dor aguda aquando da descorna – Método eficaz na avaliação do bem-estar animal.
Stewart et al. (2010)	Alterações da temperatura termográfica ocular mediadas pela resposta do sistema nervoso simpático – Método eficaz na avaliação do bem-estar animal.
Schaefer et al. (2004)	Modelo de indução de diarreia viral bovina para identificação precoce de doença sistémica – Observação de alterações da temperatura termográfica ocular até uma semana antes do aparecimento de sinais clínicos; elevada sensibilidade de diagnóstico.
Nikkah et al. (2005); Alsaood & Büscher (2012)	Alterações da temperatura termográfica da úngula permitem a detecção de afecções da úngula – Indicador de saúde das úngulas [Sensibilidade (Se) = 80,0%; Especificidade (Sp) = 82,9%].
Stokes, Leach, Main & Whay (2012)	Alterações da temperatura termográfica da úngula permitem a detecção de afecções da úngula – Indicador de saúde das úngulas (sem limpeza da úngula: temperatura de corte a 27°C – Se=80%; Sp=73%).
Colak et al. (2008)	Alterações da temperatura termográfica do úbere permitem a detecção de diversos graus de gravidade de infecção da glândula mamária; forte correlação com o teste <i>California mastitis test</i> ($r=0,92$) – Método eficaz para monitorização e identificação de mastites.
Hovinen et al. (2008)	Modelo de indução de mastite por <i>Escherichia coli</i> para determinar a eficácia da termografia na identificação de mastites clínicas – Observação de um aumento de 1 a 1,5 °C da temperatura termográfica do úbere associado à presença de mastite clínica.
Polat et al. (2010)	Alterações da temperatura termográfica do úbere permitem a detecção de mastites subclínicas com uma capacidade predictiva similar à do teste <i>California mastitis test</i> – Método alternativo perante impossibilidade de realização de culturas microbiológicas (Se=95,6%; Sp=93,6%).
Rainwater-Lovett, Pacheco, Packer & Rodriguez (2009)	Alterações termográficas dos membros permitem a identificação de febre aftosa antes e após o aparecimento de sinais clínicos da doença – Método de triagem eficaz.

5.3.3. *Radiografia e ecografia pulmonar*

A radiografia torácica auxilia o clínico no diagnóstico e tratamento das afecções pulmonares. Através da radiografia é possível obter-se dados relativos à gravidade da lesão e compreender algumas manifestações clínicas de difícil interpretação (Radostits et al., 2002).

Comparativamente com a ecografia, a radiografia é considerada mais eficiente na identificação de afecções difusas do parênquima pulmonar, como o enfisema e o edema pulmonar, a pneumonia intersticial e os processos difusos granulomatosos e neoplásicos. Uma grande vantagem da radiografia assenta na capacidade de identificar anormalidades localizadas mais internamente no tecido pulmonar (Reef, Boy, Reid & Elser, 1991; Flöck, 2004).

A ecografia torácica é um método de diagnóstico não-invasivo e prático que fornece informações valiosas relativas ao diagnóstico, tratamento e prognóstico das afecções pulmonares. Tal como a radiografia, permite alargar o conhecimento sobre a gravidade da lesão, nomeadamente sobre alterações ao nível da cavidade pleural, da pleura e sobre algumas lesões pulmonares superficiais (Scott, 1998, citado por Flöck, 2004; Radostits et al., 2002; Flöck, 2004; Babkine & Blond, 2009). Num estudo efectuado em vitelos, Jung e Bostedt (2004), concluíram que a ecografia permitia uma rápida classificação da gravidade, extensão e tipo de lesão pulmonar.

A principal limitação da ecografia assenta no facto das ondas ultra-sons serem incapazes de penetrar estruturas repletas de gases. No entanto, embora as características fisiológicas do tecido pulmonar não possam ser examinadas, esta técnica permite a detecção de inúmeras afecções patológicas da cavidade torácica (Flöck, 2004). Em termos de detecção precoce da DRB, a ecografia não demonstrou ser eficaz; no entanto, a sua utilização poderá ser útil ao diagnóstico e prognóstico de animais com doença respiratória crónica (Abutarbush et al., 2011). Segundo Scott (1998) (citado por Flöck, 2004), é aconselhável iniciar o exame ecográfico nas áreas pulmonares cranial e craneo-ventral, uma vez que as alterações pulmonares mais intensas surgem, na maioria das vezes, nessas áreas.

Estudos elaborados por Flöck (2004), em que os resultados ecográficos foram comparados com o exame clínico e com lesões pulmonares no matadouro, permitiram o diagnóstico de:

- Consolidação pulmonar - observação de zonas hipocogénicas ou anecogénicas e irregularidades na superfície visceral pleural;
- Enfisema pulmonar - observação de artefactos hiperecogénicos “cauda de cometa” que se iniciam na superfície pulmonar e se deslocam perpendicularmente à pleura;
- Broncopneumonia - observação de zonas hipocogénicas disseminadas e de artefactos “cauda de cometa” na superfície da área craneo-ventral pulmonar, assim como em

algumas áreas individualizadas na superfície dorsal pulmonar. Nas mesmas áreas também se observou zonas hipoeecogénicas, semelhantes às que se observam no parênquima hepático, bem demarcadas do tecido pulmonar saudável; nas zonas hipoeecogénicas era visível uma disseminação de pontos hipereecogénicos a aneocogénicos e estruturas tubulares com conteúdo. As zonas hipoeecogénicas a aneocogénicas revelaram ser consolidação pulmonar ou alvéolos repletos de fluido;

- Efusão pleural (fluido hipoeecogénico com, algumas vezes, bandas eecogénicas - fibrina);
- Exsudados muco-puroentos (conteúdo parcialmente eecogénico que se movia em sincronia com os movimentos respiratórios).

5.3.4. *Baixa condição corporal e redução do ganho médio diário*

Animais afectados por DRB estão associados a uma diminuição do peso da carcaça e, conseqüentemente, do peso e percentagem do produto retalhado (Gardner et al., 1999; Snowden et al., 2007).

A influência da doença na performance dos animais tem sido constatada e relatada por inúmeros investigadores. De notar que o impacto negativo na ingestão alimentar e, conseqüentemente, no GMD, poderá ser devido quer à presença da doença como à existência de factores stressantes. As duas causas estão fortemente interligadas, uma vez que a ocorrência de doença, por si só, é um factor agressivo e stressante para o organismo, assim como os factores indutores de stress podem conduzir à doença devido à sua capacidade imunossupressora.

Diversos estudos relataram que animais com elevação da temperatura corporal ou DRB, clínica ou subclínica, apresentam uma diminuição da ingestão de alimento. Esta alteração do comportamento alimentar pode verificar-se vários dias antes de os animais serem classificados como doentes e observa-se através da diminuição do número de deslocamentos aos comedouros e do tempo que os animais despendem nos mesmos. Este contraste entre animais saudáveis e doentes poderá alcançar uma diferença de até 50% e é notório no período inicial de permanência na exploração (Chirase, Hutcheson & Thompson, 1991; Sowell, Bowman, Branine & Hubbert, 1998; Sowell et al., 1999; Buhman et al., 2000). Assim, a observação do comportamento alimentar e a realização do cálculo de diversos parâmetros associados ao comportamento alimentar como o GMD, podem ser utilizados como um factor adicional na prevenção e detecção de animais afectados por DRB. Esta estratégia é vantajosa principalmente quando os animais não exibem sinais clínicos característicos da doença.

Tabela 3 – Estudos que destacam o efeito negativo da doença respiratória bovina (DRB) no ganho médio diário (GMD) dos animais.

Estudos	Nº de dias na exploração	Diminuição do GMD (Kg)	Observações
Morck et al. (1993), citado por Smith (1998)	90	0,18 a 0,33	Animais saudáveis vs Animais com DRB clínica
Bateman et al. (1990)	138-235	0,14 (1ª mês) 0,06 (Final)	Animais saudáveis vs Animais com DRB clínica
Wittum et al. (1996a)	273	0,08	Animais saudáveis vs Animais com lesões pulmonares
Sowell et al. (1998)	32	0,22	Animais saudáveis vs Animais com DRB clínica
Gardner et al. (1999)	151	0,06 / 0,18	Animais saudáveis vs Animais com DRB clínica / Animais com lesões pulmonares
Snowder et al. (2006)	200	0,04	Animais saudáveis vs Animais com DRB clínica
Thompson et al. (2006)	137	0,14 (1º mês) 0,02 (Final)	Animais saudáveis vs Animais com DRB - Clínica e/ou com lesões pulmonares
Schneider et al. (2009)	172	0,37 (1º mês) 0,07 (Final)	Animais saudáveis vs Animais com DRB clínica

Embora seja unânime que animais com DRB apresentam um GMD inferior ao dos animais saudáveis, existem estudos que não reportaram diferenças significativas na performance dos animais (Snowder et al., 2007). No entanto, é de salientar que a detecção precoce da DRB, juntamente com a aplicação de tratamento adequado imediato, permite aos animais facilmente evitar ou recuperar a diminuição nos parâmetros de performance. A recuperação não é imediata, mas as diferenças na performance entre os animais saudáveis e doentes tornam-se insignificantes no final do período de engorda (Bateman et al., 1990; Faber et al., 1999; Thompson et al., 2006; Schneider et al., 2009). Esta recuperação é devida, em grande parte, ao crescimento compensador característico dos bovinos jovens.

5.4. Necrópsia

A necrópsia é um método que determina a precisão do diagnóstico e a falha na resposta à terapêutica (Edwards, 2010). A presença de lesões pulmonares tem sido bastante utilizada por alguns investigadores em conjunto com o diagnóstico clínico da DRB para a obtenção de uma estimativa mais realista da incidência da doença (Wittum et al., 1996a; Gardner et al., 1999; Thompson et al., 2006; Schneider et al., 2009). Segundo White & Renter (2009), a probabilidade da presença de lesões pulmonares ter uma sensibilidade de diagnóstico superior à da presença de sinais clínicos de DRB é de 99,4%.

O reconhecimento do tipo de lesões pneumónicas presentes é de elevada importância, uma vez que permite ao clínico obter informações relativas à epidemiologia e etiologia de um surto de DRB. Embora a informação obtida possa não ser muito específica, permite ao clínico planear uma decisão terapêutica e/ou profilática mais direccionada a um grupo de agentes causais da doença (Stilwell & Matos, 2004). Além da caracterização visual das lesões na necrópsia, também é possível colher e submeter amostras de tecidos a um laboratório de análises para identificação da patologia e dos agentes patogénicos associados (Edwards, 2010). As amostras podem ser submetidas a diferentes técnicas consoante a área de análise: histopatologia, bacteriologia, virologia, toxicologia, parasitologia e diagnóstico molecular (Cooper & Brodersen, 2010). Assim, a necrópsia quase sempre fornece informação para o estabelecimento do diagnóstico definitivo (Radostits et al., 2002).

É preciso ter em conta que a identificação de bactérias patogénicas se encontra dependente de vários factores, incluindo o tipo e número de tratamentos antimicrobianos, extensão de tecido lesionado, colheita de amostra, técnica de manipulação e de transporte, intervalo de tempo até chegar ao laboratório e método de detecção bacteriana (Panciera & Confer, 2010).

Idealmente, as amostras colhidas devem ser provenientes de animais numa fase inicial da doença e sem terapêutica. Os animais com doença respiratória crónica e submetidos a tratamento antimicrobiano podem também fornecer informação útil, como o tipo de lesão e a percentagem de tecido pulmonar acometido; no entanto, a informação relativa aos isolados bacterianos e à sensibilidade antibacteriana poderá não fornecer dados muito significativos (Cooper & Brodersen, 2010). Outro factor a ter em conta é que ocorrem inúmeros casos de isolamentos de múltiplas bactérias patogénicas de um caso individual. Diversos estudos demonstraram que uma grande percentagem dos pulmões de animais afectados por DRB continha mais do que uma espécie viral e/ou bacteriana potencialmente patogénica (Gagea et al., 2006; Booker et al., 2008; Fulton et al., 2009). Estes estudos vêm salientar a dificuldade em identificar os agentes patogénicos primários e de entender qual o papel desempenhado por cada um no desenvolvimento da lesão.

Em suma, as características e o tipo de lesão identificado na necrópsia são um reflexo da acção dos agentes patogénicos agressores, quer sejam virais, bacterianos ou outros; da duração da doença (aguda ou crónica); da eficácia ou ineficácia dos mecanismos de defesa do animal e do tipo, número e duração dos tratamentos efectuados. A informação obtida pode ser fundamental na tomada de futuras decisões de manejo e profilaxia (Edwards, 2010).

6. TRATAMENTO DA DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA

A aplicação de um tratamento eficaz para a DRB é fundamental para o controlo da doença (Apley, 1997; citado por Timsit et al., 2011a; Snowden et al., 2006). No entanto, o tratamento é dispendioso e os resultados estão longe de ser os ideais (Stilwell & Matos, 2004).

É fundamental que se avalie a resposta à terapêutica para determinar se o protocolo estabelecido é eficaz. Como tal, os dados da morbilidade e mortalidade deverão ser avaliados semanalmente ou mensalmente. Uma resposta favorável ao tratamento deverá ser de 80 a 85 % (Edwards, 2010). O tempo de recuperação é bastante variável e dependente de inúmeros factores. De notar que os animais em que a DRB é detectada rapidamente e que são imediatamente submetidos a uma terapêutica antimicrobiana e anti-inflamatória, geralmente recuperam dentro de cinco a seis dias. A nível do GMD esta estratégia seria o ideal, pois quanto menor for o período de tempo de recuperação, menores serão os efeitos da doença (Snowden et al., 2007).

Para o tratamento da DRB é indispensável o uso de fármacos antimicrobianos e, por vezes, de anti-inflamatórios. Embora não sejam comumente utilizados, a utilização de broncodilatadores, mucolíticos, diuréticos, antioxidantes (vitamina E e selénio) e fluidos e electrólitos, como terapêutica de suporte também favorece a recuperação do animal (Divers, 2008).

Relativamente aos antimicrobianos, são aconselhados beta-lactâmicos, tetraciclina, fluorquinolonas, macrólidos, anfenicóis e cefalosporinas. Na escolha do antimicrobiano é fundamental ter em conta: o agente envolvido; o seu espectro de acção, propriedades farmacocinéticas e farmacodinâmicas, efeitos indesejáveis e intervalo de segurança; a possibilidade de existirem infecções concomitantes com vírus imunossupressores e a possibilidade de existirem resistências antimicrobianas, quer por meio de experiência de campo ou por meio de testes de sensibilidade a antimicrobianos (Stilwell & Matos, 2004). Por este motivo, é aconselhável obter material e efectuar testes de sensibilidade a antimicrobianos regularmente para se ter uma ideia das resistências numa dada exploração. A escolha de antimicrobianos de longa acção é cada vez mais frequente, uma vez que reduz o tempo de maneio e o stress envolvido na contenção e tratamento dos animais.

Os anti-inflamatórios são de grande auxílio dado que inibem a libertação de determinados factores da resposta inflamatória, como as citocinas e as interleucinas. A importância dos anti-inflamatórios equipara-se à dos antimicrobianos, pois ajudam a controlar a intensa resposta inflamatória que ocorre nos casos de DRB. Os anti-inflamatórios não-esteróides, caracterizados pelas suas acções antipirética e analgésica, são bastante benéficos na recuperação de infecções virais ou bacterianas pois evitam a depressão e a anorexia do animal (Stilwell &

Matos, 2004; Divers, 2008). Em casos de doença sem grande resposta inflamatória pulmonar, poderão ser dispensados tornando o tratamento menos dispendioso e permitindo uma melhor acção das defesas locais.

7. PREVENÇÃO E CONTROLO DA DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA

A prevenção e controlo da DRB devem incidir sobre os três grupos discutidos anteriormente: factores do hospedeiro, factores infecciosos e factores ambientais. Se esta estratégia não for seguida, o risco de insucesso é elevado (Stilwell & Matos, 2004).

Segundo Edwards (2010), o principal objectivo no estabelecimento de um programa de saúde animal numa exploração consiste na diminuição da incidência e custos associados à morbidade e mortalidade da DRB ou outras doenças. Melhorando o bem-estar e a saúde animal é de se esperar um incremento na performance alimentar e, conseqüentemente, no valor da carcaça.

Apesar de existirem ligeiras variações, o período mais crítico para o desenvolvimento da DRB caracteriza-se pelo primeiro mês de permanência na exploração, com principal destaque nas duas primeiras semanas (Bateman et al., 1990; Sowell et al., 1999; Snowden et al., 2006); este intervalo de tempo está relacionado com situações que despoletam stress animal, nomeadamente o desmame, transporte e alterações nutricionais e de manejo pré ou pós entrada dos animais na exploração de engorda final. Durante este período é fundamental tomar acções de minimização de exposição a agentes patogénicos, de estimulação da imunidade dos animais e de controlo dos factores de risco que potenciam a ocorrência da DRB (Edwards, 2010).

Apesar de terem surgido inúmeros avanços na tecnologia da vacinação e de fármacos antimicrobianos e anti-inflamatórios, não houve ainda resultados evidentes na diminuição das taxas de morbidade e mortalidade em explorações de engorda intensiva. Estes dados vêm destacar a importância do bem-estar animal assim como da aplicação de práticas correctas de manejo, na optimização da saúde e performance dos animais.

Um programa ideal de prevenção e controlo da DRB deve ter como base um esquema de desmame eficiente assim como um programa vacinal eficaz antes da transição para a exploração de engorda final. Nesta última, além de ser necessário uma estimulação suplementar do sistema imunitário, é fundamental que exista uma boa gestão das práticas de manejo e das medidas sanitárias e terapêuticas. Actualmente têm vindo a ser desenvolvidos programas de condicionamento que visam preparar e fortalecer os animais, quer a nível do sistema imunitário quer a nível da habituação a técnicas de manejo, antes da introdução na fase de engorda. A realização de procedimentos indispensáveis que possam aumentar o nível de

stress antes do período de engorda, também possibilita diminuir o nível de stress que os animais experienciam à entrada numa nova exploração (Faber et al., 1999; Fulton et al., 2002; Arthington et al., 2005; Kirkpatrick et al., 2008; Edwards, 2010).

No entanto, mesmo tomando todas as precauções, é possível que ocorram surtos de DRB numa exploração. Tal se deve, como já foi referido, ao sistema complexo entre o animal, o agente patogénico, o ambiente e as práticas de manejo exercidas (Edwards, 2010).

7.1. Controlo de factores de risco

Radostits et al. (2002) destacou a importância dos factores de risco da doença uma vez que não existe uma relação bem definida entre a causa e o efeito para o desenvolvimento da DRB.

Segundo Stokka (2010), e com base em estudos anteriores, a identificação dos factores de risco associados à DRB é um passo fundamental para o controlo desta doença. Na lista de factores de risco foram incluídos: falha parcial ou total na transferência passiva materna de anticorpos; interacções entre vitelos de diferentes grupos; risco ambiental; risco nutricional; exposição prévia a agentes patogénicos comumente envolvidos no desenvolvimento da DRB; deficiências em sais minerais; stress resultante do manejo; entre outros. Cada factor deve ser individualmente avaliado, pois seja de forma isolada ou combinada, cada um tem a capacidade de provocar a doença.

Estabelecendo os factores de risco com maior impacto na DRB e determinando os pontos críticos de controlo, é possível organizar e desenvolver procedimentos operacionais padronizados e boas práticas de manejo. Desta forma, consegue-se amplificar o poder de defesa imunitária dos animais (Edwards, 2010).

7.1.1. *Transferência passiva materna*

A investigação desenvolvida até à actualidade, indica que a falha parcial ou total da transferência passiva materna é um dos factores de risco de maior importância no desenvolvimento de doenças infecciosas em vitelos (Stokka, 2010). É fundamental reter que não existe nenhum substituto para a transferência da imunidade materna com a mesma qualidade do colostro fresco. Para casos excepcionais, em que o colostro fresco materno não se encontra disponível, existe colostro congelado, assim como substitutos e suplementos de colostro (Berge, Besser, Moore & Sischo, 2009).

De modo a se tirar o melhor aproveitamento da transferência passiva da imunidade materna é necessário ter atenção ao intervalo de tempo entre o parto e a administração do colostro, assim como à quantidade necessária de colostro para se alcançar a absorção máxima de imunoglobulinas. As primeiras seis horas após o parto são cruciais, pelo que neste intervalo de

tempo deve-se assegurar que o vitelo ingira, pelo menos, um litro de colostro. Vinte e quatro horas pós-parto a absorção de imunoglobulinas é muito diminuta (Tyzard, 2004). Segundo Stokka (2010), é necessário o vitelo ingerir 2,3L de colostro (assumindo que a eficiência de absorção é de 35% e que a concentração de colostro é de 100g/L) para a transferência da imunidade materna ser totalmente eficaz. Atendendo a que a qualidade do colostro assim como a eficiência de absorção é variável, é recomendada a ingestão de quatro litros de colostro durante as primeiras horas de vida do vitelo (Faber et al., 2005).

Em suma, os primeiros passos para o desenvolvimento de um sistema imunitário competente, devem ser efectuados logo à nascença e continuados através de cada fase da cadeia de produção animal (Edwards, 2010, p.274).

7.1.2. Origem dos animais

O desenvolvimento de um programa de saúde animal eficaz está dependente da origem dos animais que entraram na exploração.

A primeira estratégia que se deve adoptar consiste na verificação se os vitelos provêm de uma única origem ou de diversas explorações, pois a interacção entre animais de diferentes origens é um dos principais factores de risco (Loerch & Fluharty, 1999; Edwards, 2010). Deve também ter-se conhecimento das instalações e do sistema de manejo a que os animais estavam habituados (Grandin, 1997), assim como se foram recentemente sujeitos a procedimentos agressivos, como descorna ou castração (Worrell et al., 1987; Daniels et al., 2000). O tempo de transporte dos animais entre a exploração de origem e a de destino é também importante, dado que o stress do transporte está fortemente associado ao desenvolvimento da DRB (Swanson & Morrow-Tesch, 2001).

Em muitos casos não é fornecido, ou é muito vago, o estado vacinal e o historial clínico dos animais que entraram na exploração de engorda. É de extrema importância a obtenção destes dados, pois permitem determinar potenciais ineficiências do sistema imunitário. A informação relativa aos procedimentos de administração de colostro, a raça, o sexo, o temperamento e a idade do animal, são também dados necessários na avaliação do risco de ocorrência de doença. Se forem animais de elevado risco de ocorrência de DRB, os encargos financeiros na prevenção e controlo desses animais será muito superior (Grandin, 1997; Edwards, 2010).

Em suma, o nível de risco que se atribui aos animais baseia-se no historial clínico e em factores ambientais. Na presença de animais considerados de alto risco, serão aplicados programas terapêuticos para prevenção precoce, assim como intervenções de manejo estratégicas.

Outro factor a ter em conta é o preço de mercado dos animais, uma vez que um valor inferior aos valores de mercado poderá espelhar uma qualidade medíocre do grupo de animais.

Optando por este tipo de estratégia de compra, opta-se por um risco superior de ocorrência da DRD; conseqüentemente, as táticas de prevenção e de controlo deverão ser mais exigentes (Edwards, 2010).

Em situações em que é possível acompanhar todas as fases de desenvolvimento dos bovinos, uma estratégia que poderá ser implementada consiste na selecção de animais com maior resistência à DRB. Segundo Snowden et al. (2006, 2007), esta estratégia previne ou reduz perdas económicas associadas à doença e melhora o bem-estar animal, não desfavorecendo, aparentemente, outras características importantes como o crescimento e a qualidade da carcaça. A selecção de animais com temperamentos mais calmos também permite, além de diminuir o risco de traumatismos tanto para o Homem como para o animal durante as operações de manejo, obter GMD superiores (Burrow & Dillon, 1997; Voisinet et al., 1997; Fell et al., 1999; Oliphint, 2006; Nkrumah et al., 2007; Petherick et al., 2009).

7.1.3. Risco ambiental

7.1.3.1. Associado aos agentes patogénicos

Um dos principais objectivos na prevenção e controlo da DRB assenta na redução da introdução, exposição e transmissão de agentes patogénicos na exploração de engorda. Associando o facto de vários agentes patogénicos envolvidos na DRB serem ubiqüitários a um ambiente em que é usual a introdução e movimentação de animais, é lógico admitir que a erradicação total dos agentes patogénicos da doença não será possível. No entanto, a remoção de animais doentes e o controlo da sobrepopulação, diminui a transmissão de agentes patogénicos entre os animais (Callan & Garry, 2002; Snowden et al., 2006; Edwards, 2010).

Deverá ser implementado um plano de biossegurança com práticas de manejo rigorosas na área de sanitização. É fundamental uma correcta higienização dos parques e dos locais de água e de comida. Relativamente ao equipamento utilizado na remoção de fezes e de animais mortos, deverá ser higienizado eficazmente e não deverá ser utilizado para outras funções. Pela mesma lógica, o parque hospital, assim como o necrotério, devem situar-se o mais afastado possível dos restantes parques (Edwards, 2010).

Quanto às condições ambientais, a ventilação (forçada ou natural) e os sistemas pulverizadores de água apresentam-se como fortes aliados no controlo da DRB, uma vez que auxiliam na remoção de partículas potencialmente patogénicas, como agentes infecciosos, poeiras e gases irritantes (Edwards, 2010).

7.1.3.2. Associado às condições ambientais

Como já foi referido anteriormente, as condições ambientais podem afectar a saúde, performance e bem-estar dos animais na exploração, assim como alterar a regulação da temperatura corporal dos mesmos. Deste modo, facultar protecção contra condições ambientais adversas e exercer boas práticas de manejo auxilia os animais na defesa contra condições potencialmente imunodepressoras.

Na protecção contra a ocorrência de *heat stress* é fundamental facultar instalações com cobertura, proporcionando sombra, e com fontes de água adicionais e sistemas pulverizadores de água (Edwards, 2010). A ventilação, forçada ou natural, permite controlar os níveis de temperatura e de humidade (Stilwell & Matos, 2004). Segundo Bates & Anderson (1979), numa exploração com ventilação mecânica, é fundamental manter uma corrente de ar contínua com, no mínimo, quatro trocas de ar por hora, de modo a manter um ambiente saudável. Além de permitir o controlo da temperatura e da humidade, também auxilia na remoção de partículas potencialmente patogénicas.

Para abrigar os animais do frio e, conseqüentemente, evitar a ocorrência de *cold stress*, é essencial o fornecimento de abrigos, camas de palha e de quebra-ventos. Também no mesmo contexto a acumulação de lama nas instalações deverá ser evitada (Edwards, 2010).

7.1.3.3. Associado ao manejo e instalações

O bem-estar animal é um requisito importantíssimo para a produção animal. Como referido anteriormente, o stress fisiológico e psicológico tem um impacto negativo no sistema imunitário dos animais, tornando-os mais vulneráveis aos agentes patogénicos da DRB.

É fundamental que os tratadores responsáveis pelos animais adquiram conhecimentos sobre o comportamento próprio da espécie, raça e idade, sendo também importante a formação e sensibilização necessária para todas as práticas de manejo dos animais (Noffsinger & Locatelli, 2004; Stilwell & Matos 2004). Até aos dias de hoje têm sido desenvolvidas várias estratégias de aclimatização, sendo uma delas a manipulação dos animais de uma forma calma, evitando assobios, vocalização elevada/excessiva e bastões eléctricos (Noffsinger & Locatelli, 2004; Edwards, 2010).

Os tratadores necessitam estar conscientes da influência negativa de determinadas intervenções e devem procurar aplicar técnicas de manejo eficientes, assim como encurtar a sua duração, principalmente das que invocam um nível de stress superior (Edwards, 2010). A exposição gradual dos animais a técnicas de manejo adoptadas pela exploração para onde vão ser transferidos poderá ajudar a diminuir a resposta negativa esperada face a intervenções a que não estariam habituados (Grandin, 1997). Além de as intervenções deverem ser eficientes

e realizadas num curto período de tempo, deve-se também atender a outros factores. Por exemplo, quando se colocam os animais em mangas para as intervenções, deve-se evitar um número excessivo de animais. Relativamente às instalações onde as intervenções são realizadas, estas devem estar localizadas em locais reconhecidos pelos animais e devem estar visíveis para os restantes animais do grupo (Edwards 2010). Na construção de mangas e troncos, os requisitos estabelecidos devem ser cumpridos (Stilwell & Matos 2004).

Todas as estratégias e conhecimentos inerentes à manipulação dos animais ajudam a criar um ambiente de confiança e a evitar situações de stress e de traumatismos que, mais tarde, terão consequências económicas negativas (Noffsinger & Locatelli, 2004; Stilwell & Matos, 2004).

É vantajoso, 30 a 45 dias antes da mudança dos animais para uma unidade de engorda intensiva, a realização de determinadas intervenções, como o desmame, castração, desparasitação ou vacinação. Uma boa nutrição, assim como a habituação dos animais às operações de manejo a que vão ser sujeitos na exploração de destino são também fundamentais (Faber et al., 1999; Fulton et al., 2002; Arthington et al., 2005; Kirkpatrick et al., 2008; Edwards 2010). Esta prática permite evitar a realização de intervenções dolorosas durante um período considerado mais susceptível ao desenvolvimento de DRB, assim como reduzir a resposta negativa dos animais perante intervenções desconhecidas na exploração de engorda final (Grandin, 1997; Duff & Galyean, 2007; Edwards 2010). Resultados reportados por Macartney, Bateman & Ribble (2003), indicaram que os animais que tinham sido submetidos a esta estratégia tinham uma probabilidade inferior de serem tratados para a DRB durante o primeiro mês na exploração. Segundo Faber et al. (1999), vitelos vacinados com vacinas mortas dez dias antes da entrada na exploração de engorda, comparativamente com vitelos vacinados à entrada na exploração com vacinas vivas modificadas, têm uma probabilidade inferior de desenvolver a doença (2,2 vezes menos).

As instalações devem ser concebidas de modo a promover o bem-estar animal. Como referido acima, instalações que possibilitem abrigo contra as condições atmosféricas adversas e a eliminação contínua de partículas potencialmente patogénicas, além de promoverem o bem-estar animal, auxiliam também na prevenção da DRB. Através da criação de um bom piso terreno em todos os locais da exploração é possível evitar deslizos e quedas dos animais e, conseqüentemente, diminuir o custo associado a lesões músculo-esqueléticas. O necrotério, assim como o parque hospitalar, onde são colocados os animais com doença crónica, devem encontrar-se o mais afastados possível dos outros parques (Edwards 2010).

Aquando da recepção de animais em unidades de engorda intensiva é fundamental que os *feed-lots* estejam preparados com camas limpas e com palha abundante, especialmente nos

meses de Inverno. O fornecimento de uma, ou várias, fontes de alimento e de água limpa é imprescindível, assim como a manutenção da sua limpeza e reabastecimento diário. A acumulação excessiva de lama e de fezes nas instalações prejudica o bem-estar animal, pelo que se deverá atender a esta situação quando necessário. A inspeção diária das instalações e dos animais é essencial para uma boa manutenção do bem-estar animal (Edwards 2010).

Em suma, ao atender ao bem-estar animal, a saúde e a performance do animal são beneficiadas e, conseqüentemente, o produtor também o é.

7.1.4. Risco nutricional

O estado nutricional dos animais é um factor crítico para o resultado do desafio entre os agentes infecciosos envolvidos na DRB e o sistema imunitário (Duff & Galyean, 2007).

Geralmente, o estado nutricional dos animais que entram na exploração de engorda é desconhecido (Duff & Galyean, 2007; Edwards, 2010), pelo que é necessário considerar a possibilidade de estarem instaladas determinadas carências nutricionais.

O historial nutricional dos animais antes da entrada na exploração depende não só da qualidade do alimento fornecido, como também é influenciado por situações que induzem stress e, conseqüentemente, alterações no comportamento alimentar e em parâmetros fisiológicos relacionados com a digestão dos alimentos. As situações indutoras de stress mais importantes incluem o desmame, o transporte, as intervenções, a hierarquização e as doenças (Galyean & Hubbert, 1995; Loerch & Fluharty, 1999; Burdick et al., 2011b). Segundo Loerch & Fluharty (1999), as alterações provocadas por situações indutoras de stress são evidentes durante duas semanas após a entrada dos animais na exploração.

Assim, a formulação de uma ração adequada e equilibrada com uma concentração superior de nutrientes, nomeadamente proteína, poderá compensar alguma carência nutricional instalada, assim como evitar o desenvolvimento de determinadas doenças metabólicas ou digestivas potencialmente imunodepressoras (Loerch & Fluharty, 1999; Stilwell & Matos, 2004).

O facto de os animais não estarem familiarizados com os locais e materiais das fontes de alimento e de água, também contribui negativamente para a situação. Deste modo, é imprescindível o fornecimento de uma ração palatável, assim como de feno longo para atrair os animais aos comedouros (Edwards, 2010). Tem sido investigado o uso de animais, no período inicial de permanência na exploração, que já estivessem habituados às instalações e ao manejo da exploração de destino para servirem de exemplo aos recém-chegados. Loerch & Fluharty (1999) demonstraram que esta técnica poderá aumentar a ingestão de alimentos no período inicial e, conseqüentemente, reduzir a morbilidade dos animais.

Relativamente aos animais com DRB, uma vez que podem apresentar uma diminuição acentuada da ingestão de alimento (Chirase et al., 1991; Sowell et al., 1998, 1999; Buhman et al., 2000) deve-lhes ser fornecida uma ração com elevados níveis de proteína, energia, vitaminas e sais minerais, incluindo o zinco orgânico e o cobre (Edwards, 2010). Segundo Chirase et al. (1991), a adição de zinco à ração aumenta a capacidade de recuperação dos animais à doença e diminui os efeitos negativos da mesma.

7.2. Imunização

Para a prevenção da DRB em explorações intensivas é fundamental que o desenvolvimento de um sistema imunitário competente seja iniciado desde o nascimento do vitelo, juntamente com a mãe, e que seja contínuo através de cada sector da cadeia de produção. Se a estratégia consistir apenas num programa vacinal aplicado durante um período considerado crítico para os animais, será difícil, senão impossível, obter-se uma imunidade protectora suficiente para superar a doença. Existem diversos programas vacinais que aumentam o valor económico dos vitelos em várias fases do seu desenvolvimento; estes programas, juntamente com as estratégias de manejo, providenciam aos animais uma oportunidade de fortalecer o sistema imunitário (Edwards, 2010). O seu objectivo consiste na redução e controlo de surtos da DRB através da diminuição da susceptibilidade do animal e da redução da disseminação dos agentes patogénicos da doença (Kirkpatrick et al., 2008; Edwards, 2010; Stokka, 2010). Existe uma grande variedade de vacinas únicas ou combinadas disponíveis sob a forma de antigénios modificados, mortos ou combinados; de igual modo, também existem vacinas com combinação viral e bacteriana. Nos produtos vacinais, os antigénios virais mais frequentemente incluídos incluem BHV-1, PIV-3, BRSV e o vírus da DVB; os antigénios bacterianos mais comumente utilizados em vacinas para o controlo da DRB abrangem *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida* e *Histophilus somni* (Edwards, 2010). De notar que, embora tenha havido um grande desenvolvimento na área da imunização, as vacinas apenas protegem, aproximadamente, 75% dos animais vacinados (Hodgins et al. 2002).

É fundamental a consciência de que para se obter uma resposta vacinal óptima é necessário uma vacina eficaz, assim como um animal imunocompetente (Perino, 1996, citado por Edwards, 2010). A administração da vacina expõe o antigénio ao sistema imunitário, mas não garante que este responda positivamente (Perino & Hunsaker, 1997, citado por Edwards, 2010). Além de que, embora seja notório o conhecimento que a vacinação induz a produção de anticorpos, nem sempre o título de anticorpos vacinais está correlacionado com uma maior protecção contra a doença (Zimmerman, Boots, Valli & Chase, 2006). Para alcançar uma imunidade protectora, a resposta imunitária pode necessitar de duas a três semanas para se desenvolver, assim como

da administração de doses múltiplas de vacina (Woolums, 2007, 2012). De notar que o stress e a exposição prévia a agentes patogénicos da DRB poderá diminuir a eficácia das vacinas (Loerch & Fluharty, 1999; Richeson et al., 2008).

► **Vacinação antes da entrada na exploração de engorda final**

Um factor de grande interesse e que tem sido objecto de vários estudos é a interferência da imunidade materna com a imunidade vacinal. Apesar da resposta do sistema imunitário à vacinação poder estar comprometida durante os primeiros seis meses de vida do animal (Fulton et al., 2004; Härtel et al., 2004; Kirkpatrick et al., 2008), a vacinação de vitelos de leite com uma idade compreendida entre trinta e sessenta dias tem-se tornado uma prática comum (Stokka, 2010). A influência dos anticorpos maternos não assume a mesma importância nos vitelos de carne, pois os programas vacinais são geralmente aplicados aos seis meses de idade. Contudo, resultados obtidos por Kirkpatrick et al. (2008) suportam o uso de programas vacinais em vitelos de carne a partir dos dois meses de idade. Embora a produção de anticorpos resultante da administração vacinal seja influenciada pela presença de anticorpos maternos, a imunização vacinal providencia um grau de protecção que não se encontra em animais não vacinados (Patel, 2005; Zimmerman et al., 2006; Woolums, 2007, 2012; Stokka, 2010). O facto de nem sempre ser possível aumentar a capacidade de defesa do organismo está relacionado com a influência da quantidade de anticorpos maternos sobre a protecção vacinal e a influência de factores como a idade do vitelo, o tipo de vacina e a virulência do agente patogénico agressor (Woolums, 2007, 2012).

Por regra, é necessário administrar duas doses de vacina, com um intervalo de duas a quatro semanas entre elas, para se obter a defesa imunitária desejada (Woolums, 2007, 2012). Segundo Duff & Galyean (2007), quando a vacinação não é possível no período de pré-desmame, é aconselhada a vacinação na altura do desmame seguida de um reforço catorze a vinte e um dias depois.

► **Vacinação depois da entrada na exploração de engorda final**

Existem diversos programas vacinais destinados à entrada dos vitelos na exploração de engorda final. Para a sua selecção é necessário atender à existência ou ausência de programas vacinais anteriores, pois ajuda a determinar potenciais falhas no estado imunitário; e caracterizar o grupo de animais em função do risco de desenvolvimento de DRB. A altura mais indicada para se efectuar a vacinação é variável e depende da distância percorrida, tempo em viagem e estado corporal e de saúde do animal à chegada (Edwards, 2010). Segundo o mesmo autor, será benéfico em situações em que os animais viajam mais do que doze horas, permitir

uma hora de descanso por cada hora de viagem antes de efectuar qualquer procedimento de manejo. Este período de descanso possibilita aos animais recuperar da influência imunodepressora induzida pela ocorrência de factores stressantes (Galyean & Hubbert, 1995; Loerch & Fluharty, 1999; Burdick et al., 2011b, Richeson et al., 2008). Tal como já foi referido acima, é também necessária uma estimulação adicional do sistema imunitário (Edwards, 2010). Uma vez que o sistema imunitário se encontra mais debilitado no período inicial na exploração, há uma elevada probabilidade de incapacidade da primeira dose vacinal na estimulação de uma resposta imunitária eficaz. Principalmente os vitelos mais debilitados ou considerados de elevado risco, devem ser sujeitos a segunda dose da vacina após uma a três semanas. Este intervalo de tempo permite ao animal recuperar do stress e das alterações metabólicas e nutricionais, facilitando uma resposta positiva do sistema imunitário à exposição vacinal adicional. Deste modo, além da vacinação secundária providenciar uma nova estimulação aos vitelos que responderam à vacinação inicial, possibilita também, uma exposição repetida a antigénios entre os vitelos que não alcançaram a resposta imunológica pretendida (Edwards, 2010).

De notar que a natureza multifactorial da DRB é uma das principais razões para o insucesso dos programas vacinais (Edwards, 2010; Taylor et al., 2010b).

Os protocolos actuais das explorações de engorda incluem a administração de um programa vacinal multivalente contra a DRB um a dois dias após a entrada dos animais na exploração (Richeson et al., 2008). Estudos a favor destes programas vacinais reportaram uma diminuição da morbidade e, por vezes, um aumento na performance dos animais (MacGregor, Smith, Perino & Hunsaker, 2003, citado por Edwards, 2010; Schunicht et al., 2003) Embora a vacinação dos vitelos contra os agentes patogénicos da DRB à entrada da exploração seja muito comum, o conhecimento sobre a sua eficácia continua muito limitado e com resultados contraditórios (Perino & Hunsaker, 1997, citado por Edwards, 2010; Richeson et al., 2008). Alguns investigadores são a favor de adiar o programa vacinal à entrada na exploração. Segundo Richeson et al. (2008), a aplicação do programa vacinal duas semanas após a entrada na exploração poderá aumentar o GMD no período inicial de engorda e melhorar a resposta imunitária adquirida.

7.3. Profilaxia e metafilaxia

A profilaxia, principalmente quando o grupo de animais é considerado de elevado risco (diferentes origens, grupos muito heterogéneos,...), é um método comumente utilizado para prevenir ou controlar a ocorrência da DRB (González- -Martín et al., 2011). Diversos estudos evidenciaram a capacidade do uso profilático de antimicrobianos para reduzir a morbidade e a

mortalidade da doença, assim como de aumentar a performance dos animais (Morck et al., 1993; Galyean et al., 1995; Vogel et al., 1998; Daniels et al., 2000; Duff, Walker, Malcom-Callis, Wiseman & Hallford, 2000; Frank & Duff, 2000; Frank, Briggs, Duff, Loan & Purdy, 2002; Chirase et al., 2004; Cusack, 2004).

A administração pode ser efectuada por via parenteral ou oral, quer seja através dos alimentos ou da água (Taylor et al., 2010b). No entanto, a administração por via oral está condicionada pelo consumo de níveis suficientes de alimento para atingir concentrações eficazes do antimicrobiano no sangue e tecidos. Muito provavelmente, esta será a principal razão para a desigualdade obtida nos resultados de diferentes estudos (Taylor et al., 2010b). Torna-se uma técnica desafiante, uma vez que os animais doentes apresentam uma ingestão de alimentos diminuída (Chirase et al., 1991; Sowell et al., 1998,1999; Buhman et al., 2000). Segundo Sowell et al. (1999), a medicação em massa poderá ser mais eficaz se aplicada quatro dias após a entrada dos vitelos na exploração, dado que os animais, quer saudáveis ou doentes, já se deslocam mais vezes aos comedouros. Apesar de existirem estudos contraditórios (Frank & Duff, 2000), Duff et al. (2000) reportou um aumento da performance e uma diminuição da morbidade dos animais com o uso de clortetraciclina na alimentação.

A metafilaxia consiste na administração de terapêutica antimicrobiana a todos os animais quando se verifica a ocorrência da doença em alguns animais do grupo. Tem como objectivo minimizar ou eliminar um surto da doença com elevada probabilidade de ocorrência. Assume especial importância em casos de doença subclínica, uma vez que é muito difícil de detectar e pode gerar elevadas perdas económicas. Para uma correcta aplicação da metafilaxia foi determinado um princípio que estipula que a metafilaxia é aplicada quando 10% dos animais são tratados durante dois ou três dias consecutivos ou quando 25% ou mais dos animais são tratados num único dia (Edwards, 2010).

Tanto a medicação em massa como a metafilaxia são usualmente praticadas no período inicial de permanência na exploração, pois é nesta fase que existe uma maior probabilidade de exposição a agentes patogénicos e de situações indutoras de stress. Na selecção do fármaco a ser utilizado deve ter-se em conta o custo, a redução esperada da morbidade e mortalidade, o aumento esperado na performance do animal e retorno económico associado, assim como o preço de venda dos animais. A decisão do fármaco é tomada com base em estudos e no resultado da performance dos animais, sendo a componente económica um factor com grande influência na decisão (Edwards, 2010). No entanto, a sua utilização deverá ser cuidadosa. Este facto é devido à crescente preocupação pública em relação às resistências antimicrobianas (Duff & Galyean, 2007).

De modo a minimizar o uso de antimicrobianos nas unidades de produção intensiva, têm sido aplicadas outras estratégias. A aplicação de terapêutica antimicrobiana em vitelos considerados de elevado risco, quer por serem mais jovens, estarem debilitados ou febris (temperatura mínima aplicada de 39,7°C), tem sido considerada uma estratégia eficaz na prevenção e controlo da DRB. A medição da temperatura rectal à entrada na exploração como método de triagem para vitelos com DRB já demonstrou diminuir a incidência da doença e aumentar a performance dos animais. Estas estratégias visam alcançar os animais que se encontram realmente doentes, diminuindo assim o número de tratamentos desnecessários e o desenvolvimento de resistências microbianas. O facto de se economizar, a médio ou a longo prazo, com a utilização de fármacos é também uma grande vantagem para o produtor. No caso de a selecção ser em função de os animais se apresentarem febris, é necessário ter em atenção às condições ambientais e à densidade de animais na altura da medição, pois são factores que podem influenciar a temperatura corporal (Galyean et al., 1995; Vogel et al., 1998; Richeson et al., 2008; Edwards, 2010; González-Martín et al., 2011; Richeson et al., 2011). Galyean et al. (1995), comparando o uso da medicação em massa *versus* a triagem de animais doentes (temperatura rectal maior ou igual a 39,7°C), observou, embora sem significado estatístico, que a medicação em massa foi mais eficiente na diminuição da incidência da DRB.

USO DA TERMOGRAFIA NO DIAGNÓSTICO PRECOCE DA DOENÇA RESPIRATÓRIA BOVINA EM EXPLORAÇÕES DE ENGORDA

1. INTRODUÇÃO

A DRB é uma doença com um impacto económico bastante significativo nas explorações de engorda (Smith, 1998; Duff & Galyean, 2007), tanto pelos custos de tratamento como pela influência no bem-estar e performance dos animais (Smith, 1998; Faber et al., 1999; Snowden et al., 2006; Thompson et al., 2006; Duff & Galyean, 2007). Uma vez que se trata de uma doença com uma forte componente bacteriana, a terapêutica com antimicrobianos é indispensável. No entanto, especialmente em explorações intensivas, o seu uso tem sido exagerado levando a uma diminuição da eficácia dos mesmos no controlo da doença (Jericho & Kozub, 2004; Schaefer et al., 2007). Dada a crescente preocupação com o uso excessivo de antimicrobianos devido ao aparecimento de resistências microbianas (Jericho & Kozub, 2004; Wallmann, 2006; Watts & Sweeney, 2010; World Health Organization, 2012), o uso destes tem-se tornado mais selectivo e direccionado ao agente causal da doença (Schaefer et al., 2007). Actualmente, a prevenção da doença através da implementação de melhores condições ambientais e técnicas de manejo, é preferível ao uso indiscriminado de fármacos (Edwards, 2010).

Para um aumento da eficácia na prevenção e controlo da DRB é fundamental uma avaliação clínica precoce e precisa. Esta avaliação tem por objectivo detectar a doença numa fase inicial, reduzindo assim a necessidade do uso prolongado de antimicrobianos no tratamento e o número de casos crónicos (Apley, 1997, citado por Timsit et al., 2011a; Schaefer et al., 2004, 2007). A detecção precoce da DRB também permite isolar rapidamente os animais doentes dos saudáveis, minimizando assim a disseminação dos agentes patogénicos (Schaefer et al., 2004, 2007). Consequentemente, também diminui a necessidade de recorrer a tratamentos profiláticos ou metafíláticos.

Os métodos tradicionais para o diagnóstico da DRB em explorações de engorda intensiva podem ser divididos em métodos subjectivos e objectivos. Os métodos subjectivos consistem na avaliação de sinais clínicos respiratórios e de alterações no comportamento dos animais; os métodos objectivos avaliam alterações de parâmetros fisiológicos, sendo a medição da T_R a mais utilizada. Mais frequentemente recorre-se à associação da avaliação de sinais clínicos com a T_R devido à sua praticabilidade e viabilidade económica (Abutarbush et al., 2011). Contudo, o facto de ser a técnica mais utilizada não quer dizer que apresente uma elevada eficácia de diagnóstico (White & Renter, 2009). É necessário ter em conta que os animais

exibem, muitas vezes, sinais clínicos de DRB numa fase mais tardia da doença (Schaefer et al., 2007), assim como a sua expressão é altamente variável (Aich et al., 2009). Principalmente a nível da doença subclínica, tem-se tornado evidente a sensibilidade reduzida dos métodos tradicionais para a detecção da DRB (Wittum et al., 1996a; Schneider et al., 2009; White & Renter, 2009). Assim, o diagnóstico precoce da DRB nem sempre é possível, sendo necessário o desenvolvimento de métodos objectivos que permitam uma detecção mais eficaz.

Actualmente, a maioria dos métodos de diagnóstico objectivos disponíveis além de apresentarem um elevado custo, têm um carácter invasivo e requerem a contenção dos animais (Schaefer et al., 2004). O uso deste tipo de ferramentas de diagnóstico em explorações com um elevado número de animais pode tornar-se um desafio para a logística e economia da exploração. A utilização de uma ferramenta de diagnóstico não-invasiva e economicamente viável que proporcionasse uma selecção rápida e eficiente de animais com DRB numa fase inicial, ou com elevada probabilidade de a vir a desenvolver, seria altamente vantajosa.

Um dos principais parâmetros fisiológicos estudados para a detecção precoce da DRB é a hipertermia, pois está associada à resposta sistémica inicial a lesões tecidulares, infecções e stress (Duff & Galyean, 2007; Ceciliani et al., 2012). Para a sua medição têm sido utilizadas diversas técnicas, sendo as mais actuais não-invasivas como é o caso da termografia (Schaefer et al., 2007, 2011; Timsit et al., 2011a, 2011b). A termografia caracteriza-se por ser um método não-invasivo capaz de medir a energia electromagnética emitida pelos animais no comprimento de onda da radiação dos infravermelhos. A medição da perda de calor corporal do animal por radiação é efectuada em tempo real e tem sido associada ao diagnóstico de inúmeras lesões e doenças, incluindo a DRB. A capacidade de diagnóstico da DRB através da termografia já foi bem estabelecida (Schaefer et al., 2007, 2011) e, comparativamente com outros métodos de diagnóstico, poderá antecipar a detecção da doença até uma semana antes (Schaefer et al., 2007).

2. OBJECTIVOS

O objectivo principal do presente estudo consiste na avaliação do uso da termografia como método de detecção precoce da DRB em comparação com os métodos tradicionais de diagnóstico da doença

Devido à escassez de dados sobre a incidência da DRB em sistemas de engorda intensiva em Portugal, pretende-se também determinar a morbilidade e mortalidade da doença num grupo representativo de todo o efectivo.

Outro objectivo é a determinação de factores predisponentes para a DRB, assim como da influência da doença (clínica e/ou subclínica) na temperatura corporal e em parâmetros de avaliação de performance.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição da exploração

A exploração de engorda intensiva deste estudo situa-se no concelho de Ourém, na Lagoa do Furadouro, num local bastante isolado. Trata-se de uma exploração que tem por objectivo a recria, acabamento e posterior abate de animais provenientes de diversas explorações. O número de animais presentes na exploração varia consoante o projecto de produção em curso mas, geralmente, são produzidos aproximadamente 2000 animais por ano.

A exploração possui dezassete parques cobertos e um parque exterior utilizado como área de exercício. O parque exterior é utilizado maioritariamente por vacas ou novilhos. Os parques cobertos dispõem de meios e/ou infra-estruturas que permitem assegurar o controlo da ventilação, temperatura, humidade e luminosidade.

Apresenta silos e armazéns para armazenagem de alimentos e uma barreira sanitária na qual existe, com um acesso independente, um necrotério para o depósito de animais mortos na exploração que aguardam a recolha.

O transporte dos animais é realizado por meio de transporte próprio ou subcontratado. O meio de transporte, assim como os equipamentos utilizados durante este processo, são limpos e desinfectados em instalações exteriores, próprias para veículos transportadores de animais. Estas operações são realizadas a fim de prevenir a ocorrência e a propagação de doenças infecciosas e de preservar o bem-estar e a saúde dos animais durante o seu transporte.

A vigilância e manejo dos animais, assim como a aplicação dos cuidados de saúde necessários aos mesmos, são realizados por uma médica veterinária e por dois tratadores. O equipamento e os fármacos destinados aos cuidados de saúde animal são devidamente armazenados na enfermaria da exploração. A médica veterinária da exploração é também responsável por registar todas as informações inerentes aos animais no programa de dados da exploração (*Genbeef Base*, Ruralbit Lda, Rio Tinto, Portugal). Relativamente aos planos terapêuticos aplicados, o registo dos mesmos é efectuado no “Livro de Registo de Medicamentos”.

3.1.1. Maneio

À entrada dos animais na exploração, os parques encontram-se higienizados e apresentam camas limpas de serradura e palha. O mesmo acontece quando há necessidade de transferir o

grupo de animais para outro parque. Aos animais é fornecida água limpa *ad libitum*, alimento forrageiro (palha de trigo) e concentrado. A água é fresca e de qualidade, estando disponível água proveniente do furo (analisada semestralmente quanto a parâmetros de qualidade químicos e microbiológicos) e água de rede municipal. Estas condições são proporcionadas de forma a garantir um nível de conforto e higiene o mais elevado possível. Todos os parques são inspeccionados diariamente pela médica veterinária ou pelo auxiliar da exploração.

Após a chegada dos animais à exploração é feita a divisão do lote por parques (área de 199,75m²/parque). Em cada parque são colocados cerca de 50 animais (para um peso médio de 130Kg), sendo a divisão efectuada aleatoriamente e calmamente de forma a minimizar o stress animal. Visando a redução do nível de stress resultante do transporte, da habituação a um novo ambiente e da hierarquização, os animais são mantidos em repouso nos respectivos parques durante, pelo menos, doze horas.

No dia seguinte à chegada dos animais, estes são levados à manga onde se faz a observação e caracterização do lote (número SIA, historial clínico, avaliação de sinais clínicos de doença e pesagem), assim como a aplicação do plano profilático em vigor na exploração. O plano profilático estabelecido consiste na desparasitação e vacinação contra BHV-1, BRSV, DVB, PIV-3 e clostridioses. O reforço do plano profilático é aplicado um mês depois e as pesagens são repetidas mensalmente até ao abate.

Todos os dados relativos aos animais são posteriormente transferidos para o programa de dados da exploração.

Para as operações de manejo a exploração possui uma área com cercas amovíveis que possibilitam a condução dos animais para a manga de manejo.

A manga de manejo é rectangular com 60 a 75 cm da largura e 10m de comprimento, tendo na sua porção terminal uma balança electrónica. Possui também uma plataforma ao longo da manga, que permite à médica veterinária ou aos tratadores realizarem as operações de manejo com maior segurança. A existência de um portão à entrada da manga de manejo e outro antes da porção terminal da manga, onde se encontra a balança electrónica, permite facilmente

Imagem 3 – Parque da exploração de engorda do estudo.



controlar o número de animais no interior da manga, assim como possibilitar a pesagem individual dos mesmos.

Imagem 4 – Instalações: local de espera para a deslocação dos vitelos para a manga de trabalho.



3.1.2. Avaliação do estado de saúde

No decorrer da estadia dos animais na exploração são realizadas monitorizações diárias aos parques (duas vezes ao dia, uma de manhã e outra à tarde), pela médica veterinária responsável ou pelo tratador. De forma a não perturbar os animais, esta monitorização é realizada à distância e tem como objectivo detectar alterações de comportamento e sinais clínicos da DRB. Quando os animais são levados à manga para serem pesados e para receberem o reforço do plano profiláctico são também observados para detecção de sinais clínicos da doença. Os animais considerados suspeitos de infecção por DRB são devidamente examinados pela médica veterinária.

Imagem 5 – Dispneia e tosse num vitelo que viria a ser tratado com antibiótico.



Imagem 6 – Posição ortopneica e respiração com boca aberta num caso grave de DRB.



Uma vez confirmados os sinais clínicos da doença (letargia, depressão, hipertermia, corrimento nasal e ocular, taquipneia, dispneia, tosse, pêlo baço e em mau-estado e orelha caída) é aplicada terapêutica antimicrobiana e anti-inflamatória com florfenicol associado a flunixin meglumina (Resflor[®], Schering-Plough Animal Health, Agualva-Cacém, Portugal). A T_R elevada é, por si só, um parâmetro decisivo para a identificação de vitelos com DRB, ou seja, independentemente da presença de outros sinais clínicos da doença, a terapêutica para a DRB é também aplicada quando a T_R é igual ou superior a 39,7°C. Em caso de recidivas ou de doença crónica, os animais são transferidos para o “parque hospitalar”.

3.2. Animais do estudo

Os animais incluídos no presente estudo consistiam numa população de 104 vitelos da raça Holstein-Frísia originários de diversas explorações leiteiras.

Com uma idade média de três semanas foram transportados para uma exploração de recria intermediária, responsável pelo desmame e início da engorda. Nessa mesma exploração foi efectuado um protocolo vacinal preventivo (vacina tetravalente para BHV-1, BRSV, BDV e PIV-3). Com, aproximadamente, quatro meses de idade e um peso médio de 130Kg foram transportados para a exploração do presente estudo. A transferência dos animais entre as duas explorações foi realizada no mês de Fevereiro de 2011.

Na deslocação da exploração intermediária, situada no concelho de Pegões, para a exploração de engorda final, os vitelos foram transportados 150Km por meio rodoviário durante cerca de 2h30min. O transporte ocorreu pelo período da manhã a fim de preservar o bem-estar e a saúde dos animais durante o seu transporte.

O manuseio e os cuidados de saúde aplicados nestes animais são os mesmos praticados pela exploração do estudo (referidos anteriormente). Após atingirem um peso mínimo de 210Kg, foram enviados para abate. O período de permanência na exploração teve início no mês Fevereiro e foi variável dependendo do dia de saída para o matadouro que ocorreu até ao mês de Maio.

3.3. Recolha de dados

A maioria dos dados foi recolhida sem interferir nas tarefas diárias da exploração. Para a colheita de dados, os animais foram encaminhados cautelosamente para a manga em grupos de dez, evitando assim exercer um nível excessivo de stress no interior da manga. Para efeitos do presente estudo, além da observação de sinais clínicos de doença, foi recolhida a T_R e a

imagem termográfica da região ocular de cada animal. A medição da T_R e da temperatura ocular (T_O) foi realizada no dia seguinte à entrada dos animais na exploração (dia um) e novamente três dias depois da primeira medição (dia quatro). Relativamente às pesagens dos vitelos, foram efectuadas no dia um, um mês depois e à saída da exploração com destino ao matadouro. Os dados relativos a pesagens, morbidade e mortalidade foram inseridos no programa de armazenamento de dados da própria exploração para posterior consulta. Os dados relativos à presença ou ausência de lesões pulmonares (LP) assim como o peso limpo da carcaça (P_C), foram obtidos através dos relatórios do exame pós-morte gentilmente cedidos pelo médico veterinário responsável do matadouro.

3.3.1. *Imagens termográficas*

Para a recolha de imagens termográficas, foi utilizada uma câmara termográfica portátil FLIR® (FLIR i40, MRA Instrumentação S.A., Porto Salvo, Portugal). O manuseador da câmara termográfica (a autora da dissertação) deslocava-se ao longo da manga, de animal em animal, para recolher as imagens sem causar perturbações adicionais aos vitelos. A região escolhida para análise foi a região ocular. Esta escolha tem por base estudos anteriores, que a caracterizavam como uma região com sensibilidade superior a alterações termorreguladoras associadas ao stress e à ocorrência de doença (Kastberger & Stachl, 2003; Schaefer et al., 2004,2007,2011). De modo a evitar

Imagem 7 – Câmara termográfica portátil FLIR i40. Adaptado de: <http://www.flir.com/thermography/americas/br/content/?id=14608>.



leituras termográficas incorrectas devidas a movimentos realizados pelos animais foi necessário o auxílio de uma segunda pessoa; quando os vitelos eram bastante irrequietos era realizada uma ligeira contenção da cabeça dos animais de forma a se poder obter uma imagem do olho.

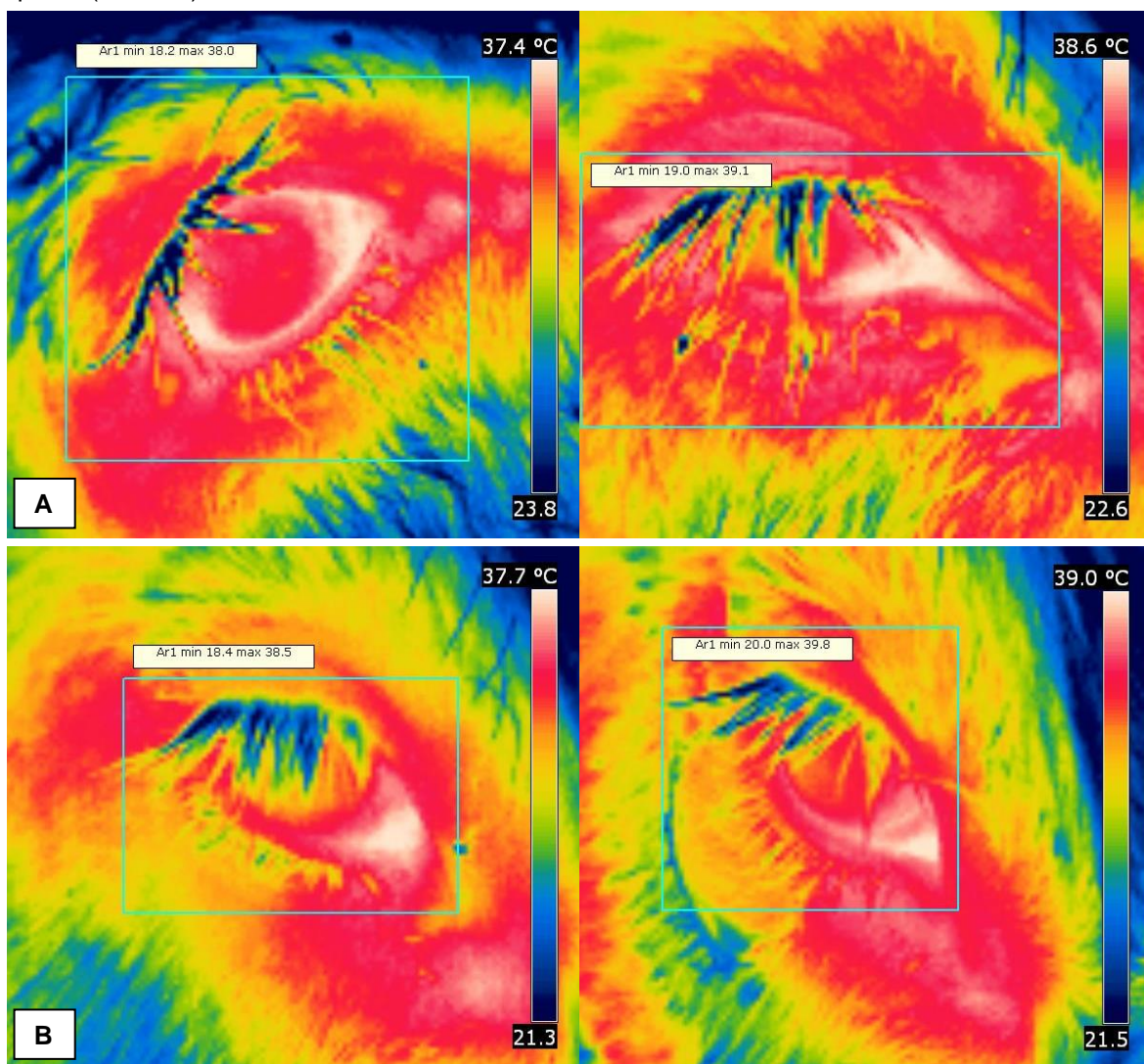
Com o objectivo de garantir a uniformização e integridade dos dados termográficos, as seguintes condições foram estipuladas no presente estudo: todas as imagens termográficas foram obtidas à mesma distância, de aproximadamente 50cm; o efeito dos ritmos circadianos e as condições atmosféricas foram controlados (a obtenção de dados foi sempre realizada no período matinal e a manga encontrava-se protegida por um telhado, evitando a luz solar directa).

Uma vez que os resultados termográficos são influenciados pelas condições atmosféricas, foram recolhidos dados relativos à temperatura ambiental e à humidade relativa aquando da

utilização do termógrafo. Posteriormente estes dados foram inseridos no software de análise da FLIR® (FLIR QuickReport™ PC software) de modo a se controlar a influência das condições atmosféricas nas medições termográficas.

As imagens obtidas pelo termógrafo (120x120 pixels) foram guardadas em formato digital e apresentavam uma escala de cores, sendo cada pixel colorido representativo de uma temperatura. Com o programa foi possível delimitar com precisão a área orbital, que incluía o globo ocular e aproximadamente um centímetro circundante do globo ocular. Para todos os vitelos efectuou-se o registo da temperatura máxima da região ocular. Por vezes, visando eliminar medições termográficas incorrectas devidas a movimentos da cabeça do animal, eram guardadas mais do que uma imagem da região ocular do mesmo animal; a imagem que registasse a temperatura termográfica mais elevada era a seleccionada para a análise de dados. De notar que, na maioria das vezes, a temperatura máxima incidia sobre a glândula lacrimal.

Imagem 8 – Exemplos de imagens termográficas da região ocular dos vitelos: termogramas do vitelo “A” no dia um (à esquerda) e no dia quatro (à direita); termograma do vitelo “B” no dia um (à esquerda) e no dia quatro (à direita).



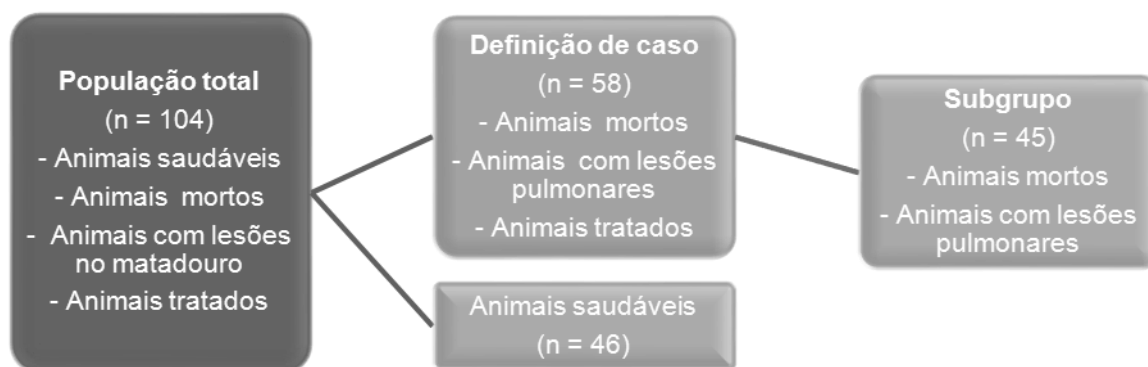
3.4. Definição de caso

A abordagem subjectiva de avaliar diariamente os animais procurando sinais clínicos da DRB tem vindo a revelar-se insuficiente. Com o intuito de incrementar a eficácia na detecção da DRB, vários investigadores têm desenvolvido *gold standards* para a detecção da doença, no entanto, têm-se revelado pouco práticos e exequíveis (Humblet et al., 2004; Schaefer et al., 2007, 2011).

No presente estudo, uma vez que se optou por uma abordagem simplista e prática que concorde com a prática de manejo diária de uma exploração, foram considerados doentes os animais que se decidiu tratar segundo os critérios estabelecidos, os que apresentaram LP no matadouro e ainda os que morreram durante a estadia na exploração. Um animal foi definido como afectado por DRB durante o período de engorda se fosse incluído em um, ou mais, dos critérios descritos. Esta definição abrange dados relativos à forma clínica e subclínica da DRB, proporcionando assim uma estimativa mais realista da verdadeira incidência da doença.

Para determinadas análises foi necessário excluir os animais que tivessem sido sujeitos a tratamento, pelo que houve necessidade de criar subgrupos para a definição de animais considerados doentes.

Imagem 9 – Definição de caso e definição do subgrupo sem terapêutica para a doença respiratória bovina.



3.5. Análise de dados

Para a realização do presente estudo foi criada uma base de dados através do programa Excel® (Microsoft Office, 2010). A base de dados contém para cada animal as seguintes variáveis: idade; peso (inicial – P_1 –, intermédio – P_{40} –, final – P_F – e limpo da carcaça – P_C), GMD (resultante da estadia do primeiro mês – GMD_{0-1} –, do primeiro mês até ao dia de saída – GMD_{1-F} – e do período total – GMD_{0-F}), T_R e T_O no primeiro e no quarto dia na exploração (TR_1 , TO_1 , TR_4 e TO_4), número de tratamentos efectuados, morte durante a estadia na exploração, número de dias de permanência na exploração e presença ou ausência de LP no matadouro. Para a análise dos

dados obtidos, recorreu-se à utilização do programa R[®] *version 2.15.1* para o Windows (R Development Core Team, 2011) e sua extensão, R *Commander*[®] *version 1.9-1* (Fox, 2011).

Foi realizada uma estatística descritiva a todas as variáveis quantitativas da população em estudo obtendo-se a média e o desvio padrão (SD). A mesma análise foi elaborada para comparação entre os animais saudáveis e os com DRB clínica e/ou subclínica. Quando se obtinham diferenças estatisticamente significativas entre dois grupos, eram também descritos os valores mínimos, máximos e dos quartis.

A DRB clínica foi analisada através da variável “Tratamento”, pois reflecte os casos de animais que exibiram sinais clínicos e que foram detectados pela médica veterinária da exploração. A DRB subclínica foi analisada através da variável “Lesões pulmonares”. Para a sua análise apenas se contabilizaram os vitelos com LP e sem terapêutica para a DRB. A exclusão dos vitelos com tratamento deveu-se ao facto de o mesmo poder influenciar os resultados obtidos no exame pós-morte. Os animais que morreram no decorrer do período de engorda foram também igualmente excluídos desta análise. Foram calculadas as frequências absolutas percentuais das diversas variáveis.

A escolha do teste para comparação das variáveis quantitativas foi feita em função da normalidade da distribuição dos valores. A testagem da normalidade das variáveis quantitativas analisadas foi efectuada através do teste de Shapiro-Wilk (Karp, 2010).

A comparação de variáveis quantitativas com resultados que apresentassem uma distribuição normal foi feita através de testes paramétricos. Dado que não foram comparadas simultaneamente mais do que duas variáveis quantitativas, utilizou-se os seguintes procedimentos: *Welch two sample t*, *t-test two sample* ou *Paired t-test* (Karp, 2010). Para a comparação de variáveis quantitativas onde a sua distribuição violava os pressupostos para a utilização dos testes paramétricos, foram utilizados testes não paramétricos. Uma vez que a prática comum foi a análise de duas amostras quantitativas, utilizou-se o procedimento *two sample Wilcoxon* ou *Paired-sample Wilcoxon test* (Karp, 2010).

Recorreu-se aos testes *Paired t-test* ou *Paired-sample Wilcoxon test* quando se pretendia estabelecer comparações entre amostras emparelhadas, como foi o caso da análise da relação entre a T_R e a T_O (Karp, 2010). De modo a verificar a intensidade da associação linear entre as diferentes temperaturas (por exemplo, entre a TR_1 e a TO_1 e entre a TR_1 e a TR_4), recorreu-se ao coeficiente de correlação linear de Pearson (ρ) (Callegari-Jacques, 2003).

A análise das curvas da característica da resposta do observador (ROC) foi utilizada para: análise estatística da relação entre a sensibilidade (Se) e a especificidade (Sp) para a utilização da T_R e da T_O ; determinação dos valores de corte representativos da máxima eficiência do teste

aplicado; estimativa da eficiência do teste de diagnóstico através da avaliação da área abaixo da curva (AUC) do gráfico; e comparação estatística entre a aplicação da T_R e a aplicação da T_O como métodos de diagnóstico precoces (Zweig & Campbell, 1993).

Através da análise ROC determinou-se as características de diagnóstico, assim como o valor predictivo positivo (VPP) e negativo (VPN) e a eficiência do teste (ET) para os diferentes métodos de diagnóstico em teste. Para comparação, estes parâmetros foram igualmente estimados para o método de diagnóstico da DRB em vigor na exploração.

O VPP é definido como a proporção de todos os resultados positivos ao teste que eram verdadeiramente positivos para a doença. O VPN é definido como a proporção de todos os resultados negativos ao teste que eram verdadeiramente negativos para a presença de doença. A ET é definida como a proporção de todos os resultados do teste que eram resultados verdadeiramente positivos ou negativos.

De modo a verificar se a combinação dos métodos de diagnóstico com a T_R e com T_O permite elevar a qualidade do diagnóstico, realizaram-se testes múltiplos recorrendo a esquemas em série e em paralelo. No caso do teste em série, o resultado é considerado positivo se os dois testes individuais forem positivos. No caso do teste em paralelo, se um dos testes for positivo, o teste conjunto também o é.

Para todas as análises de dados realizadas foi estipulado um intervalo de confiança de 95% e um nível de significância de 0,05.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterização da amostra em estudo

Para a caracterização da amostra em estudo, foi realizada uma estatística descritiva relativamente às pesagens, GMD's, número de dias na exploração (DE) (Tabela 4) e temperaturas rectal e ocular nos vários momentos temporais do estudo (Tabela 5).

Tabela 4 – Estatística descritiva (média \pm desvio padrão) para as seguintes variáveis: idade à entrada; peso (inicial – P_1 –, intermédio – P_{40} –, final – P_F – e limpo da carcaça – P_C), GMD (resultante da estadia do primeiro mês – GMD_{0-1} –, do primeiro mês até ao dia de saída – GMD_{1-F} – e do período total – GMD_{0-F}) e número de dias de estadia na exploração (DE).

Idade à entrada	P_1	P_{40}	P_F	P_C	GMD_{0-1}	GMD_{1-F}	GMD_{0-F}	DE
129,26 \pm 38,64 dias	133,76 \pm 13,12 Kg	189,22 \pm 21,43 Kg	220,18 \pm 17,21 Kg	108,51 \pm 8,77 Kg	1,41 \pm 0,32 Kg	1,43 \pm 0,47 Kg	1,44 \pm 0,22 Kg	62,57 \pm 14,64 dias

Tabela 5 – Estatística descritiva (média ± desvio padrão) para as variáveis relativas à temperatura corporal: temperatura rectal e temperatura ocular no primeiro e no quarto dia na exploração (TR₁, TO₁, TR₄ e TO₄).

TR ₁	TO ₁	TR ₄	TO ₄
39,01 ± 0,39 °C	38,05 ± 0,61 °C	39,21 ± 0,39 °C	38,20 ± 0,64 °C

Em relação à influência da DRB na população em estudo, dezasseis vitelos (15,38%) foram identificados e tratados para a doença e três vitelos morreram (2,88%). Dos três vitelos que sucumbiram à doença, dois tinham sido diagnosticados e tratados pela médica veterinária responsável. No matadouro, observaram-se LP em 42 vitelos (41,58%), tendo apenas um sido tratado para a doença durante o período de engorda.

4.2. Mortalidade e morbidade

A mortalidade na exploração foi 2,88% (3/104) e a morbidade, considerando as formas clínica e subclínica, foi 52,88% (55/104).

Ao analisar separadamente a DRB clínica e a DRB subclínica (animais com LP que não foram tratados para a doença), as morbidades obtidas foram 13,46% (14/104) e 39,42% (41/104), respectivamente.

4.3. DRB clínica

Como referido anteriormente, dezasseis vitelos (15,38%) foram tratados para a DRB, tendo dois acabado por morrer. Quanto aos tratamentos efectuados, 81,25% dos mesmos foram aplicados nos primeiros quatro dias após a entrada dos vitelos na exploração. A nível dos parques de engorda não houve grande uniformidade na distribuição dos tratamentos, tendo sido efectuados em grande parte (12/16) no parque “1”.

Na tabela 6 encontra-se a análise estatística em função da terapêutica para a DRB das seguintes variáveis: P₁, P₄₀, P_F, P_C, GMD₀₋₁, GMD_{1-F}, GMD_{0-F}, número de dias na exploração (DE), TO₁ e TO₄ (Tabela 7). De notar que foram excluídos os dados relativos aos vitelos tratados no primeiro dia para a análise da variável TO₄; esta decisão deveu-se ao facto da terapêutica aplicada no dia um poder influenciar os resultados da leitura da T_O no dia quatro.

Os resultados obtidos apresentaram diferenças estatisticamente significativas em função da terapêutica para as variáveis P_F, P_C, DE e TO₄. (Tabela 6 e 7).

Tabela 6 – Distribuição de valores (média ± desvio padrão) no grupo de vitelos com e sem terapêutica para doença respiratória bovina (DRB) para as seguintes variáveis: idade à entrada (dias); peso (Kg) (inicial – P₁ –, intermédio – P₄₀ –, final – P_F – e limpo da carcaça – P_C); ganho médio diário (Kg) (resultante da estadia do primeiro mês – GMD₀₋₁ –, do primeiro mês até ao dia de saída – GMD_{1-F} – e do período total – GMD_{0-F}); número de dias de estadia na exploração (DE); e temperatura (°C) ocular no primeiro – TO₁ – e no quarto dia – TO₄.

	Vitelos com terapêutica para a DRB	Vitelos sem terapêutica para a DRB	p-value (p)
Idade à entrada	130,13 ± 42,21	129,10 ± 38,21	0,63 ^{**}
P₁	131,75 ± 15,93	134,13 ± 12,61	0,58 [*]
P₄₀	193,14 ± 21,95	188,58 ± 21,41	0,48 [*]
P_F	232,85 ± 24,48	218,06 ± 14,88	<0,05 ^{**}
P_C	115,37 ± 12,30	107,41 ± 7,59	<0,05 ^{**}
GMD₀₋₁	1,53 ± 0,26	1,39 ± 0,32	0,05 ^{**}
GMD_{1-F}	1,44 ± 0,33	1,43 ± 0,49	0,79 ^{**}
GMD_{0-F}	1,52 ± 0,17	1,43 ± 0,22	0,15 ^{**}
DE	69,38 ± 14,07	61,32 ± 14,47	<0,001 ^{**}
TO₁	38,26 ± 0,60	38,01 ± 0,61	0,14 [*]
TO₄	38,76 ± 0,72	38,13 ± 0,62	<0,05 [*]

Legenda: * Teste Welch two sample t; ** Teste Two sample Wilcoxon

Os vitelos tratados apresentaram um P_F e P_C superiores comparativamente ao dos vitelos sem DRB clínica. De notar a elevada dispersão de valores que se verifica no grupo com terapêutica (P_F: Gráfico 1 e Tabela 7; P_C: Gráfico 2 e Tabela 8).

Gráfico 1 – Distribuição de valores do peso final (Kg) em função do tratamento para a doença respiratória bovina (DRB).

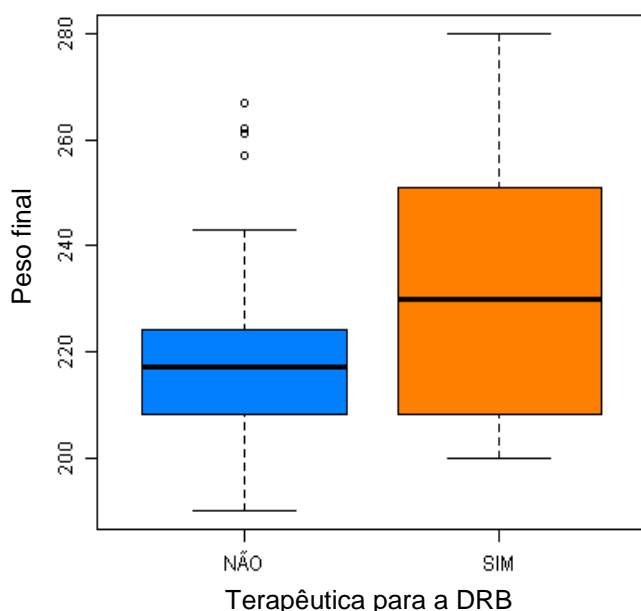


Tabela 7 – Distribuição de valores do peso final (Kg) em função do tratamento para a doença respiratória bovina (DRB).

	Terapêutica para a DRB	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	218,06 ± 14,88	232,85 ± 24,48
Mínimo	190,00	200,00
Percentil 25%	208,00	208,00
Percentil 50%	217,00	230,00
Percentil 75%	224,00	251,00
Máximo	267,00	280,00

Gráfico 2 – Distribuição de valores do peso limpo da carcaça (Kg) em função do tratamento para a doença respiratória bovina (DRB).

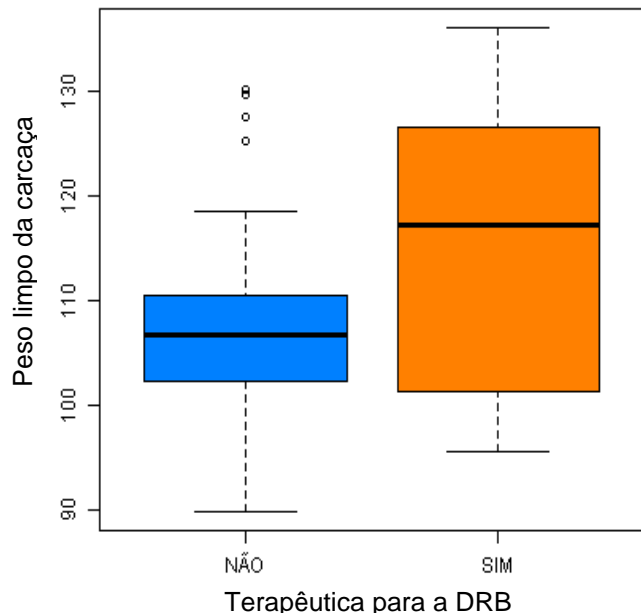


Tabela 8 – Distribuição de valores do peso limpo da carcaça (Kg) em função do tratamento para a doença respiratória bovina (DRB).

	Terapêutica para a DRB	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	107,41 ± 7,59	115,37 ± 12,30
Mínimo	89,80	95,50
Percentil 25%	102,20	103,83
Percentil 50%	106,70	117,15
Percentil 75%	110,50	125,25
Máximo	130,10	136,00

As variáveis relativas à performance dos vitelos – GMD_{0-1} , GMD_{1-F} e GMD_{0-F} – não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em função da terapêutica para a DRB. As diferenças observadas no GMD_{0-1} entre os dois grupos, com um valor de $p=0,05$, devem ser consideradas relevantes (Tabela 6). Os vitelos que foram detectados e tratados apresentaram uma performance no primeiro mês superior à dos vitelos que não foram considerados como doentes (Gráfico 3 e Tabela 9).

Gráfico 3 – Distribuição de valores do ganho médio diário do primeiro mês – GMD_{0-1} – (Kg) em função do tratamento para a doença respiratória bovina (DRB).

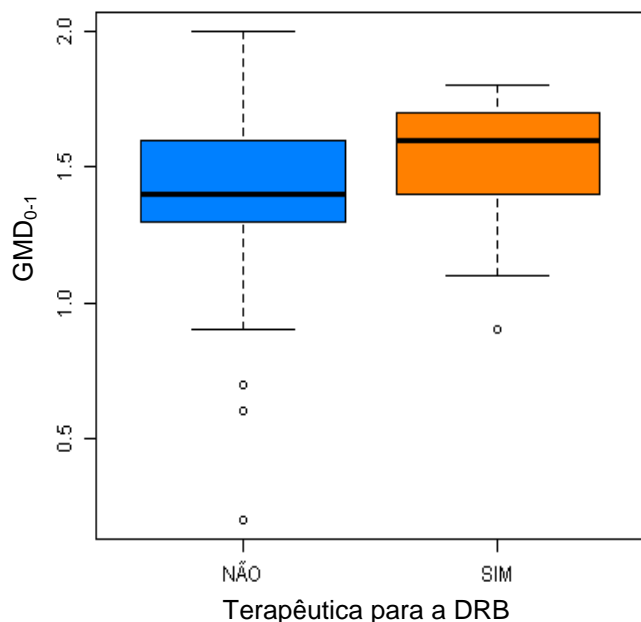


Tabela 9 – Distribuição de valores do ganho médio diário do primeiro mês – GMD_{0-1} – (Kg) em função do tratamento para a doença respiratória bovina (DRB).

	Terapêutica para a DRB	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	1,39 ± 0,32	1,53 ± 0,26
Mínimo	0,20	0,90
Percentil 25%	1,30	1,43
Percentil 50%	1,40	1,60
Percentil 75%	1,60	1,70
Máximo	2,00	1,80

Constatou-se que os vitelos detectados com DRB clínica e conseqüentemente tratados para o efeito, permaneceram mais tempo na exploração do que os vitelos considerados saudáveis (Gráfico 4 e Tabela 10).

Gráfico 4 – Distribuição de valores do número de dias na exploração em função do tratamento para a doença respiratória bovina (DRB).

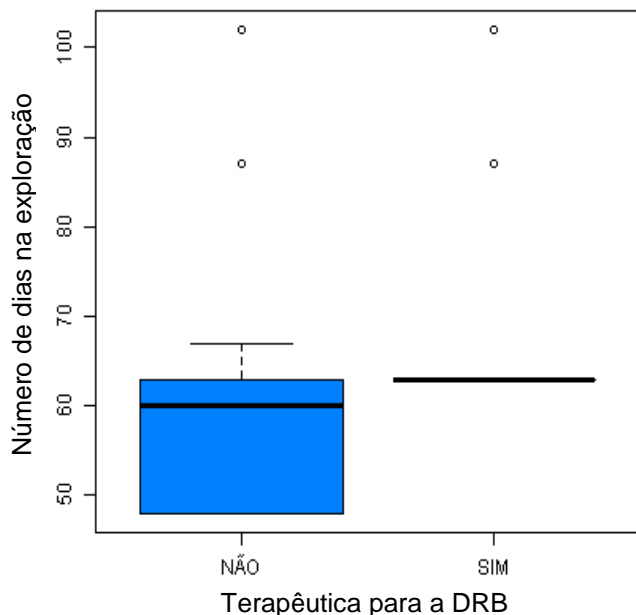


Tabela 10 – Distribuição de valores do número de dias na exploração em função do tratamento para a doença respiratória bovina (DRB).

	Terapêutica para a DRB	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	61,32 ± 14,47	69,38 ± 14,07
Mínimo	48,00	63,00
Percentil 25%	48,00	63,00
Percentil 50%	60,00	63,00
Percentil 75%	63,00	63,00
Máximo	102,00	102,00

Por último, os vitelos com DRB clínica apresentaram ao quarto dia de estadia na exploração valores de T_o superiores aos dos que não foram tratados (Gráfico 5 e Tabela 11).

Gráfico 5 – Distribuição de valores da temperatura ocular no quarto dia ($^{\circ}C$) em função do tratamento para a doença respiratória bovina (DRB).

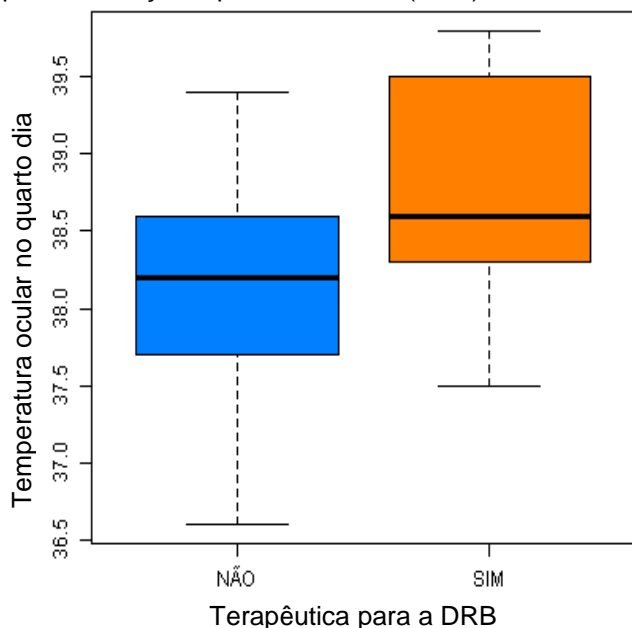


Tabela 11 – Distribuição de valores da temperatura ocular no quarto dia ($^{\circ}C$) em função do tratamento para a doença respiratória bovina (DRB).

	Terapêutica para a DRB	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	38,13 ± 0,62	38,76 ± 0,72
Mínimo	36,60	37,50
Percentil 25%	37,70	38,35
Percentil 50%	38,20	38,60
Percentil 75%	38,60	39,38
Máximo	39,40	39,80

4.4. Lesões pulmonares – DRB subclínica

Tal como referido anteriormente, 41,58% (42/101) dos vitelos que foram encaminhados para o abate apresentaram LP com rejeição do pulmão no matadouro. Neste grupo, 28 vitelos com LP pertenciam ao parque “1”, sendo os restantes 14 vitelos provenientes do parque “2”.

Quase metade (47,13%) do grupo de vitelos que não foi alvo da terapêutica para a DRB (n=87) apresentou LP. Adicionalmente, no grupo de vitelos com LP (n=42), apenas um (2,38%) tinha sido tratado previamente para a doença, pelo que, 97,62% dos casos não tinham sido detectados e tratados para a DRB.

No grupo de vitelos em que não se visualizaram LP (n=59), 22,03% tinham sido tratados para a doença. No grupo de vitelos tratados (n=16), treze (81,25%) não apresentavam LP, um (6,25%) apresentava LP e dois morreram durante o período de engorda (12,5%).

Na tabela 12 encontra-se a análise estatística em função da presença de LP nas seguintes variáveis: GMD₀₋₁, GMD_{1-F}, GMD_{0-F}, P₁, P₄₀, P_F, P_C, DE, TR₁, TR₄, TO₁ e TO₄.

Os resultados obtidos apresentaram diferenças estatisticamente significativas em função da presença de LP para as variáveis GMD_{0-F}, P₁, P₄₀, DE, TR₁ e TO₁. (Tabela 12).

Tabela 12 – Distribuição de valores (média ± desvio padrão) no grupo de vitelos com e sem lesões pulmonares para as seguintes variáveis: ganho médio diário (Kg) (resultante da estadia do primeiro mês – GMD₀₋₁ –, do primeiro mês até ao dia de saída – GMD_{1-F} – e do período total – GMD_{0-F}); peso (Kg) (inicial – P₁ –, intermédio – P₄₀ –, final – P_F – e limpo da carcaça – P_C); número de dias de estadia na exploração (DE); idade à entrada (dias); e temperatura (°C) rectal e ocular no primeiro e no quarto dia na exploração (TR₁, TO₁, TR₄ e TO₄).

	Vitelos com lesões pulmonares	Vitelos sem lesões pulmonares	p-value
GMD₀₋₁	1,45 ± 0,32	1,35 ± 0,32	0,05 ^{¥¥}
GMD_{1-F}	1,46 ± 0,61	1,41 ± 0,36	0,87 ^{¥¥}
GMD_{0-F}	1,48 ± 0,20	1,39 ± 0,24	<0,05 ^{¥¥}
P₁	138,34 ± 12,54	130,59 ± 11,69	<0,01 ^{¥¥}
P₄₀	196,08 ± 20,71	183,04 ± 20,08	<0,01 [¥]
P_F	219,19 ± 15,07	217,10 ± 14,82	0,68 ^{¥¥}
P_C	108,00 ± 7,96	106,89 ± 7,30	0,76 ^{¥¥}
DE	57,33 ± 15,04	64,67 ± 13,34	<0,001 ^{¥¥}
Idade à entrada	128,56 ± 26,64	128,67 ± 46,40	0,06 ^{¥¥}
TR₁	39,02 ± 0,33	38,87 ± 0,27	<0,05 [¥]
TR₄	39,18 ± 0,33	39,13 ± 0,38	0,27 ^{¥¥}
TO₁	38,19 ± 0,55	37,86 ± 0,64	<0,05 [¥]
TO₄	38,11 ± 0,60	38,14 ± 0,65	0,84 [¥]

Legenda: [¥] Teste *Welch two sample t*; ^{¥¥} Teste *Two sample Wilcoxon*

Em relação ao GMD_{0-F} foi notória a sua relação com a presença ou ausência de LP, sendo os vitelos com LP aqueles que apresentaram uma performance superior (Gráfico 6 e Tabela 13).

Gráfico 6 – Distribuição de valores do ganho médio diário do período total – GMD_{0-F} – (Kg) em função da visualização de lesões pulmonares.

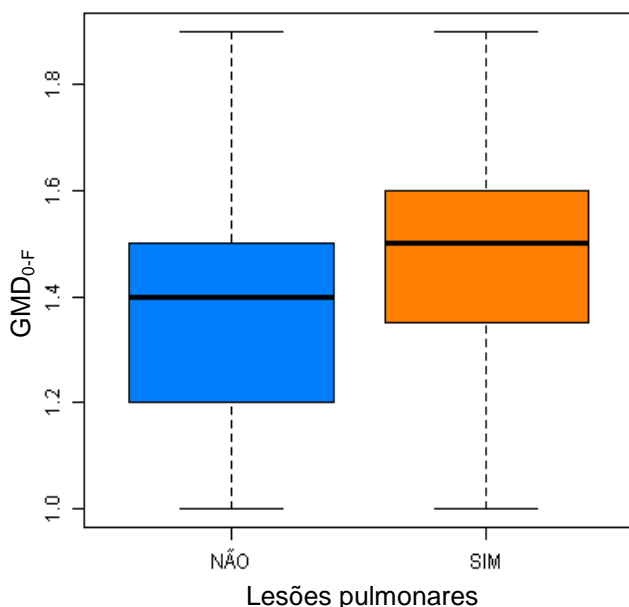


Tabela 13 – Distribuição de valores do ganho médio diário do período total – GMD_{0-F} – (Kg) em função da visualização de lesões pulmonares.

	Lesões pulmonares	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	1,39 ± 0,24	1,48 ± 0,20
Mínimo	1,00	1,00
Percentil 25%	1,23	1,38
Percentil 50%	1,40	1,50
Percentil 75%	1,50	1,60
Máximo	1,90	1,90

Embora não se tenham verificado diferenças estatisticamente significativas em função da presença da DRB subclínica nas restantes variáveis de performance, para a variável GMD_{0-1} as diferenças, com um valor de $p=0,05$, devem ser consideradas relevantes (Tabela 12). Os vitelos com LP apresentaram no primeiro mês uma performance superior à dos vitelos sem LP (Gráfico 7 e Tabela 14).

Gráfico 7 – Distribuição de valores do ganho médio diário do primeiro mês – GMD_{0-1} – (Kg) em função da visualização de lesões pulmonares.

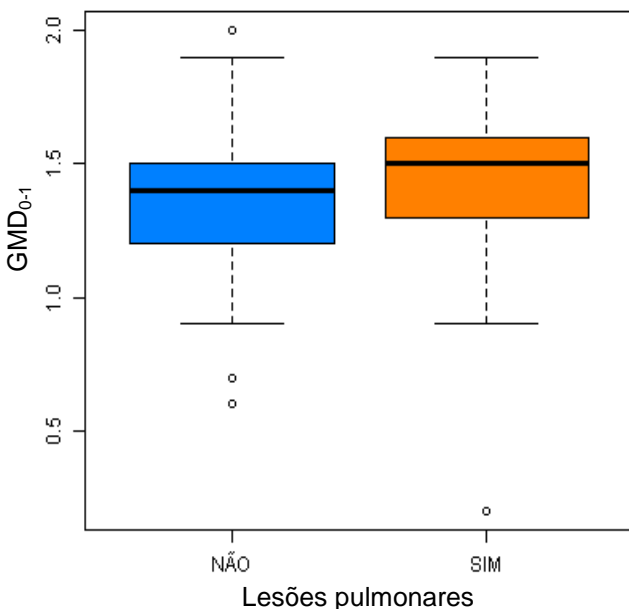


Tabela 14 – Distribuição de valores do ganho médio diário do primeiro mês – GMD_{0-1} – (Kg) em função da visualização de lesões pulmonares.

	Lesões pulmonares	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	1,35 ± 0,32	1,45 ± 0,32
Mínimo	0,60	0,20
Percentil 25%	1,20	1,30
Percentil 50%	1,40	1,50
Percentil 75%	1,50	1,60
Máximo	2,00	1,90

Constatou-se que os vitelos com DRB subclínica eram os mais pesados à entrada na exploração (Gráfico 8 e Tabela 15), assim como os que apresentaram um P₄₀ superior (Gráfico 9 e Tabela 16).

Gráfico 8 – Distribuição de valores do peso inicial (Kg) em função da visualização de lesões pulmonares.

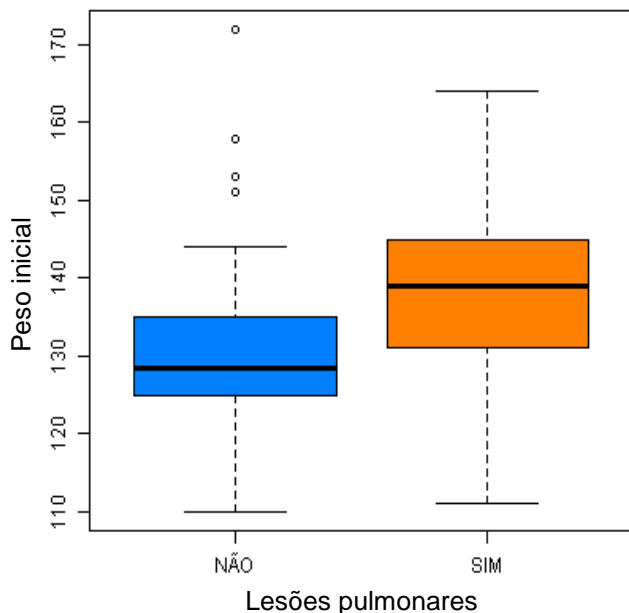


Tabela 15 – Distribuição de valores do peso inicial (Kg) em função da visualização de lesões pulmonares.

	Lesões pulmonares	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	130,59 ± 11,69	138,34 ± 12,54
Mínimo	110,00	111,00
Percentil 25%	125,00	131,00
Percentil 50%	128,50	139,00
Percentil 75%	135,00	145,00
Máximo	172,00	164,00

Gráfico 9 – Distribuição de valores do peso intermédio (Kg) em função da visualização de lesões pulmonares.

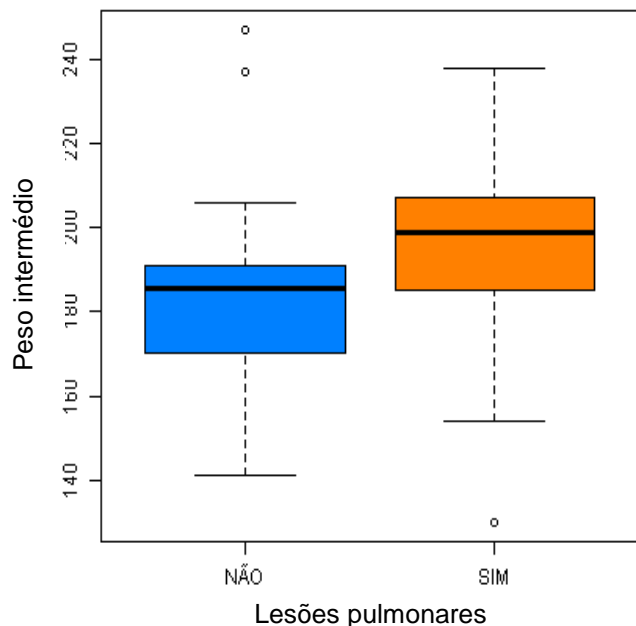


Tabela 16 – Distribuição de valores do peso intermédio (Kg) em função da visualização de lesões pulmonares.

	Lesões pulmonares	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	183,04 ± 20,08	196,08 ± 20,71
Mínimo	141,00	130,00
Percentil 25%	171,25	185,75
Percentil 50%	185,50	199,00
Percentil 75%	191,00	206,75
Máximo	247,00	238,00

Em suma, durante o período inicial na exploração, os vitelos com LP foram aqueles que reportaram um peso corporal e um crescimento superior.

Os vitelos que não apresentaram LP no exame pós-morte foram aqueles que tiveram um período superior de permanência na exploração. De notar a elevada dispersão de valores que se verifica no grupo de vitelos com DRB subclínica (Gráfico 10 e Tabela 17).

Gráfico 10 – Distribuição de valores do número de dias na exploração em função da visualização de lesões pulmonares.

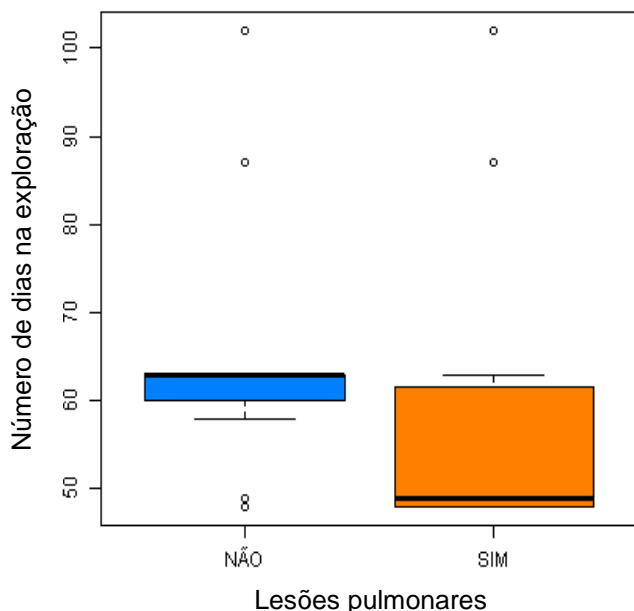


Tabela 17 – Distribuição de valores do número de dias na exploração em função da visualização de lesões pulmonares.

	Lesões pulmonares	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	64,67 ± 13,34	57,33 ± 15,04
Mínimo	48,00	48,00
Percentil 25%	60,00	48,00
Percentil 50%	63,00	49,00
Percentil 75%	63,00	60,75
Máximo	102,00	102,00

Por último, os vitelos onde se observaram LP foram aqueles que apresentaram, no primeiro dia na exploração, valores de T_R e T_O superiores. De notar a elevada dispersão dos resultados da TR_1 nos vitelos com LP (T_R : Gráfico 11 e Tabela 18; T_O : Gráfico 12 e Tabela 19).

Gráfico 11 – Distribuição de valores da temperatura rectal no primeiro dia ($^{\circ}C$) em função da visualização de lesões pulmonares.

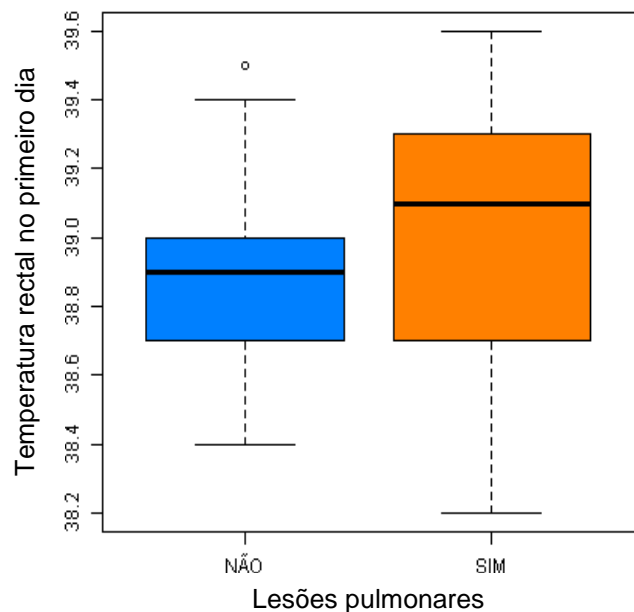


Tabela 18 – Distribuição de valores da temperatura rectal no primeiro dia ($^{\circ}C$) em função da visualização de lesões pulmonares.

	Lesões pulmonares	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	38,87 ± 0,27	39,02 ± 0,33
Mínimo	38,40	38,20
Percentil 25%	38,70	38,70
Percentil 50%	38,90	39,10
Percentil 75%	39,00	39,30
Máximo	39,50	39,60

Gráfico 12 – Distribuição de valores da temperatura ocular no primeiro dia (°C) em função da visualização de lesões pulmonares.

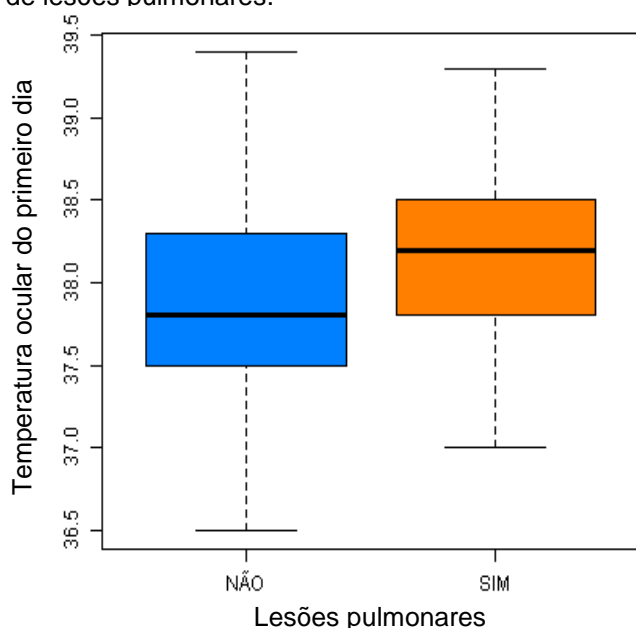


Tabela 19 – Distribuição de valores da temperatura ocular no primeiro dia (°C) em função da visualização de lesões pulmonares.

	Lesões pulmonares	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	37,86 ± 0,64	38,19 ± 0,55
Mínimo	36,50	37,00
Percentil 25%	37,50	37,80
Percentil 50%	37,80	38,20
Percentil 75%	38,30	38,50
Máximo	39,40	39,30

Uma vez que podem surgir diferenças nos resultados consoante o parque em que os vitelos foram colocados, as mesmas análises foram elaboradas em relação ao parque “1” e ao parque “2”. Deste modo, é possível aferir se os resultados do efectivo total de vitelos em estudo foram o resultado de uma participação igualitária de ambos os parques ou se de um parque que individualmente exerceu maior influência nos resultados do que o outro.

Tabela 20 – Distribuição de valores (média ± desvio padrão) em função da visualização de lesões pulmonares no parque “1” e no parque “2” para as seguintes variáveis quantitativas: ganho médio diário (Kg) (resultante da estadia do primeiro mês – GMD_{0-1} –, do primeiro mês até ao dia de saída – GMD_{1-F} – e do período total – GMD_{0-F}); peso (Kg) (inicial – P_1 –, intermédio – P_{40} –, final – P_F – e limpo da carcaça – P_C) e número de dias de estadia na exploração (DE).

	Vitelos com lesões pulmonares	Vitelos sem lesões pulmonares	p-value
Parque 1			
GMD_{0-1}	1,52 ± 0,25	1,58 ± 0,17	0,59 ^{**}
GMD_{1-F}	1,57 ± 0,65	1,60 ± 0,41	0,85 [*]
GMD_{0-F}	1,54 ± 0,16	1,58 ± 0,20	0,53 [*]
P_1	140,15 ± 11,12	133,64 ± 14,61	0,07 ^{**}
P_{40}	200,44 ± 17,43	195,73 ± 18,08	0,48 [*]
P_F	217,42 ± 13,08	217,27 ± 16,01	0,68 ^{**}
P_C	107,31 ± 7,60	107,64 ± 7,65	0,83 ^{**}
DE	50,27 ± 8,04	53,73 ± 7,36	<0,05 ^{**}

Legenda: ^{*} Teste Welch two sample t ; ^{**} Teste Two sample Wilcoxon

Tabela 20 (continuação) – Distribuição de valores (média \pm desvio padrão) em função da visualização de lesões pulmonares no parque “1” e no parque “2” para as seguintes variáveis quantitativas: ganho médio diário (Kg) (resultante da estadia do primeiro mês – GMD_{0-1} –, do primeiro mês até ao dia de saída – GMD_{1-F} – e do período total – GMD_{0-F}); peso (Kg) (inicial – P_1 –, intermédio – P_{40} –, final – P_F – e limpo da carcaça – P_C) e número de dias de estadia na exploração (DE).

	Vitelos com lesões pulmonares	Vitelos sem lesões pulmonares	p-value
Parque 2			
GMD_{0-1}	1,32 \pm 0,40	1,27 \pm 0,32	0,41 ^{**}
GMD_{1-F}	1,17 \pm 0,39	1,35 \pm 0,33	0,21 [*]
GMD_{0-F}	1,32 \pm 0,21	1,32 \pm 0,21	0,99 [*]
P_1	134,86 \pm 14,72	129,63 \pm 10,68	0,24 [*]
P_{40}	187,69 \pm 24,49	179,06 \pm 19,21	0,27 [*]
P_F	223,80 \pm 19,37	217,03 \pm 14,65	0,39 ^{**}
P_C	109,31 \pm 8,75	106,65 \pm 7,28	0,33 [*]
DE	70,43 \pm 16,43	68,11 \pm 12,98	0,91 ^{**}

Legenda: * Teste *Welch two sample t*; ** Teste *Two sample Wilcoxon*

Em ambos os parques não se observaram diferenças estatisticamente significativas na performance dos vitelos, assim como nas suas pesagens, em função da presença de LP (Tabela 20).

Relativamente à variável DE no parque “1”, verificou-se uma situação semelhante à encontrada quando a análise foi realizada a todo o grupo, em que os vitelos sem LP foram aqueles que permaneceram mais tempo na exploração. No parque “2” não se obtiveram diferenças na variável DE em função da ocorrência da DRB subclínica (Tabela 20).

4.5. DRB – Clínica e subclínica

Utilizando a fórmula combinada para a definição de caso (vitelos tratados e/ou com LP e/ou mortos), foram identificados 58 vitelos (55,77%) afectados por DRB. Neste grupo de animais, 27,59% (16/58) foram sujeitos a terapêutica para a DRB e 72,41% (42/58) exibiram LP no exame pós-morte.

Para evidenciar possíveis diferenças na performance, no tempo de permanência na exploração e na T_R e T_O em função da ocorrência da DRB (clínica e subclínica), foi realizada uma análise estatística a todas as variáveis consideradas no presente estudo.

Tal como efectuado na análise da DRB clínica, foram excluídos os dados relativos aos vitelos tratados no primeiro dia nas análises das variáveis TR_4 e TO_4 de modo a rejeitar a influência da terapêutica aplicada.

Os resultados obtidos apresentaram diferenças estatisticamente significativas em função da ocorrência da DRB para as variáveis P_1 , P_{40} , GMD_{0-1} , GMD_{0-F} , TR_1 , TR_4 e TO_1 (Tabela 21).

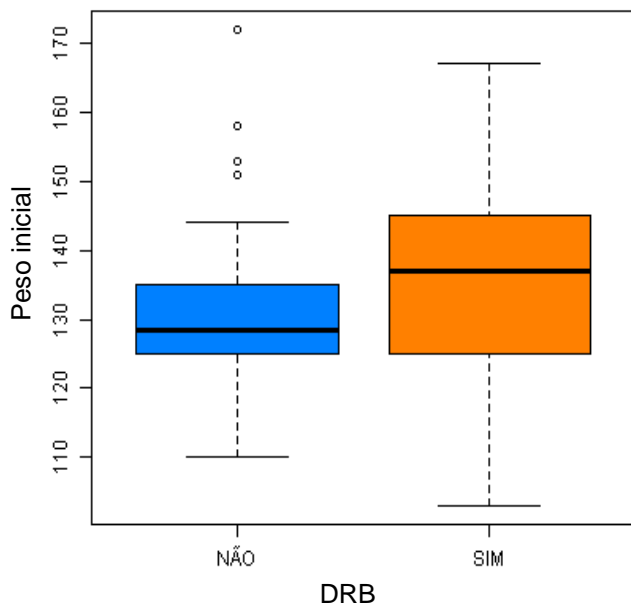
Tabela 21 – Distribuição de valores (média ± desvio padrão) no grupo de vitelos afectados com doença respiratória bovina (DRB) e no grupo de vitelos saudáveis para as seguintes variáveis: idade à entrada (dias); peso (Kg) (inicial – P₁ –, intermédio – P₄₀ –, final – P_F – e limpo da carcaça – P_C); ganho médio diário (Kg) (resultante da estadia do primeiro mês – GMD₀₋₁ –, do primeiro mês até ao dia de saída – GMD_{1-F} – e do período total – GMD_{0-F}); número de dias de estadia na exploração (DE); e temperatura (°C) rectal e ocular no primeiro e no quarto dia na exploração (TR₁, TO₁, TR₄ e TO₄).

	Animais com DRB	Animais saudáveis	p-value
Idade à entrada	129,72 ± 31,59	128,67 ± 46,40	0,10 ^{**}
P₁	136,28 ± 13,73	130,59 ± 11,69	<0,05 [*]
P₄₀	194,58 ± 21,30	183,04 ± 20,08	<0,01 [*]
P_F	222,82 ± 18,78	217,10 ± 14,82	0,26 ^{**}
P_C	109,87 ± 9,69	106,89 ± 7,30	0,25 ^{**}
GMD₀₋₁	1,46 ± 0,31	1,35 ± 0,32	<0,05 ^{**}
GMD_{1-F}	1,45 ± 0,55	1,41 ± 0,36	0,99 ^{**}
GMD_{0-F}	1,49 ± 0,19	1,39 ± 0,24	<0,05 ^{**}
DE	60,88 ± 15,52	64,67 ± 13,34	0,07 ^{**}
TR₁	39,12 ± 0,43	38,87 ± 0,27	<0,001 ^{**}
TR₄	39,28 ± 0,39	39,13 ± 0,38	<0,05 ^{**}
TO₁	38,20 ± 0,56	37,86 ± 0,64	<0,01 [*]
TO₄	38,24 ± 0,64	38,14 ± 0,65	0,40 [*]

Legenda: * Teste *Welch two sample t*; ** Teste *Two sample Wilcoxon*

Relativamente às pesagens, os vitelos com DRB foram os mais pesados à entrada na exploração (Gráfico 13 e Tabela 22), assim como os que apresentaram um P₄₀ superior (Gráfico 14 e Tabela 23).

Gráfico 13 – Distribuição de valores do peso inicial (Kg) em função da presença de doença respiratória bovina (DRB). **Tabela 22** – Distribuição de valores do peso inicial (Kg) em função da presença de doença respiratória bovina (DRB).



	Vitelos com DRB	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	130,59 ± 11,69	136,28 ± 13,73
Mínimo	110,00	103,00
Percentil 25%	125,00	125,00
Percentil 50%	128,50	137,00
Percentil 75%	135,00	145,00
Máximo	172,00	167,00

Gráfico 14 – Distribuição de valores do peso intermediário (Kg) em função da presença de doença respiratória bovina (DRB).

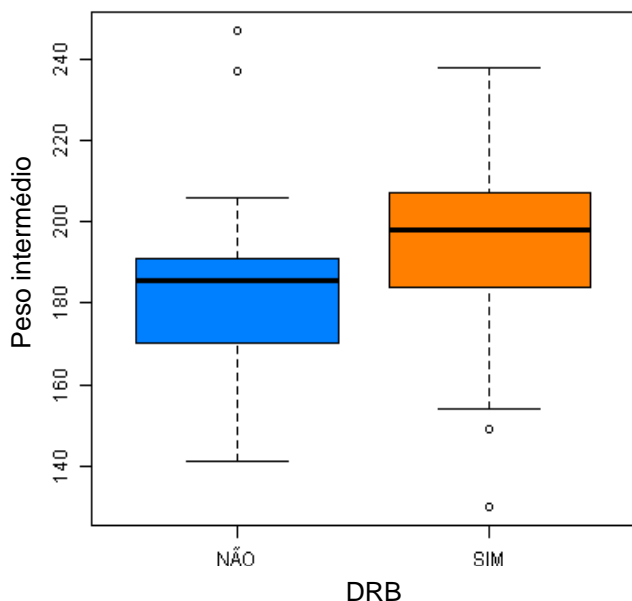


Tabela 23 – Distribuição de valores do peso intermediário (Kg) em função da presença de doença respiratória bovina (DRB).

	Vitelos com DRB	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	183,04 ± 20,08	194,58 ± 21,30
Mínimo	141,00	130,00
Percentil 25%	171,25	184,00
Percentil 50%	185,50	198,00
Percentil 75%	191,00	207,00
Máximo	247,00	238,00

Conseqüentemente, os vitelos com DRB apresentaram uma performance superior tendo obtido GMD_{0-1} e GMD_{0-F} superiores aos dos vitelos saudáveis (GMD_{0-1} : Gráfico 15 e Tabela 24; GMD_{0-F} : Gráfico 16 e Tabela 25).

Gráfico 15 – Distribuição de valores do ganho médio diário do primeiro mês – GMD_{0-1} – (Kg) em função da presença de doença respiratória bovina (DRB).

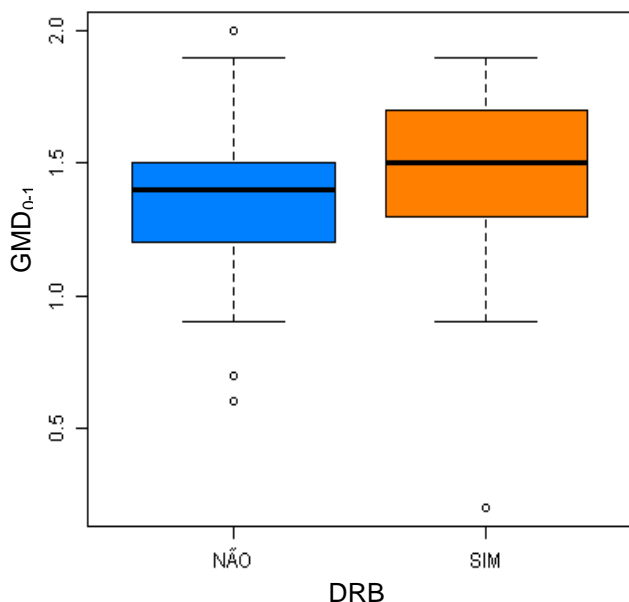


Tabela 24 – Distribuição de valores do ganho médio diário do primeiro mês – GMD_{0-1} – (Kg) em função da presença de doença respiratória bovina (DRB).

	Vitelos com DRB	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	1,35 ± 0,32	1,46 ± 0,31
Mínimo	0,60	0,20
Percentil 25%	1,20	1,30
Percentil 50%	1,40	1,50
Percentil 75%	1,50	1,70
Máximo	2,00	1,90

Gráfico 16 – Distribuição de valores do ganho médio diário do período total – GMD_{0-F} – (Kg) em função da presença de doença respiratória bovina (DRB).

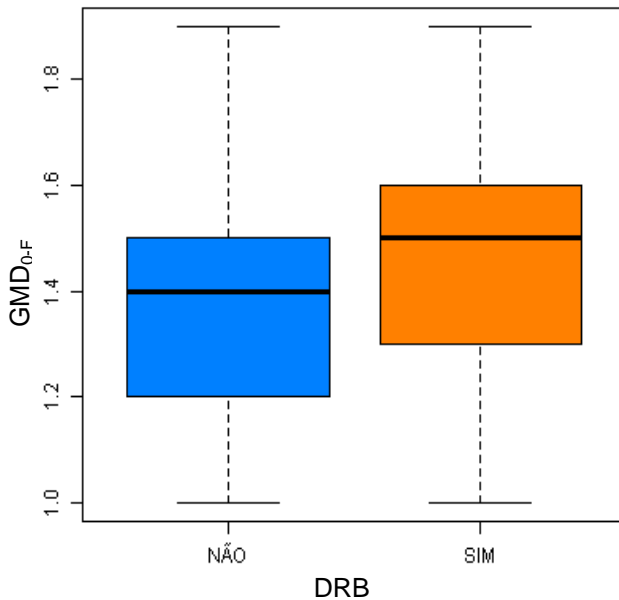


Tabela 25 – Distribuição de valores do ganho médio diário do período total – GMD_{0-F} – (Kg) em função da presença de doença respiratória bovina (DRB).

	Vitelos com DRB	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	1,39 ± 0,24	1,49 ± 0,19
Mínimo	1,00	1,00
Percentil 25%	1,23	1,30
Percentil 50%	1,40	1,50
Percentil 75%	1,50	1,60
Máximo	1,90	1,90

Foi notória a diferença da T_R entre os animais doentes e os animais saudáveis, quer ao primeiro como ao quarto dia de permanência na exploração. Os vitelos com DRB exibiram valores de TR_1 e de TR_4 superiores aos dos vitelos saudáveis (TR_1 : Gráfico 17 e Tabela 26; TR_4 : Gráfico 18 e Tabela 27).

Gráfico 17 – Distribuição de valores da temperatura rectal no primeiro dia ($^{\circ}C$) em função da presença de doença respiratória bovina (DRB).

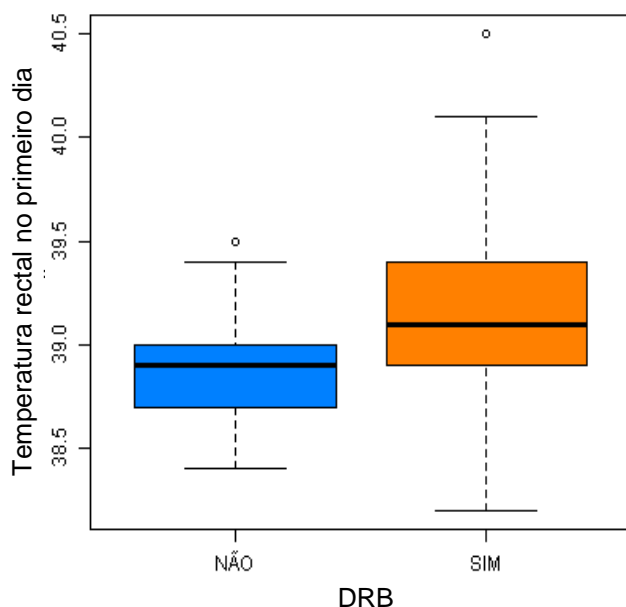


Tabela 26 – Distribuição de valores da temperatura rectal no primeiro dia ($^{\circ}C$) em função da presença de doença respiratória bovina (DRB).

	Vitelos com DRB	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	38,87 ± 0,27	39,12 ± 0,43
Mínimo	38,40	38,20
Percentil 25%	38,70	38,90
Percentil 50%	38,90	39,10
Percentil 75%	39,00	39,38
Máximo	39,50	40,50

Gráfico 18 – Distribuição de valores da temperatura rectal no quarto dia (°C) em função da presença da doença respiratória bovina (DRB).

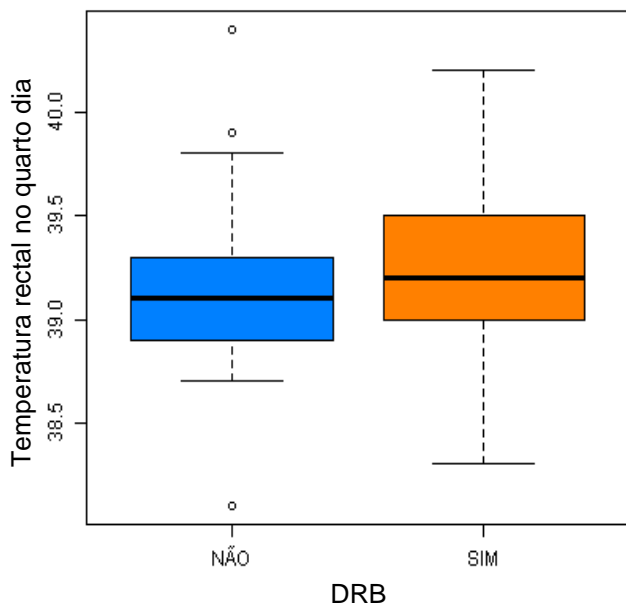


Tabela 27 – Distribuição de valores da temperatura rectal no quarto dia (°C) em função da presença da doença respiratória bovina (DRB).

	Vitelos com DRB	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	39,13 ± 0,38	39,27 ± 0,39
Mínimo	38,10	38,30
Percentil 25%	38,90	39,00
Percentil 50%	39,10	39,20
Percentil 75%	39,28	39,50
Máximo	40,40	40,20

Por último, os vitelos com DRB foram aqueles que apresentaram no primeiro dia na exploração, valores de T_o superiores (Gráfico 19 e Tabela 28).

Gráfico 19 – Distribuição de valores da temperatura ocular no primeiro dia (°C) em função da presença da doença respiratória bovina (DRB).

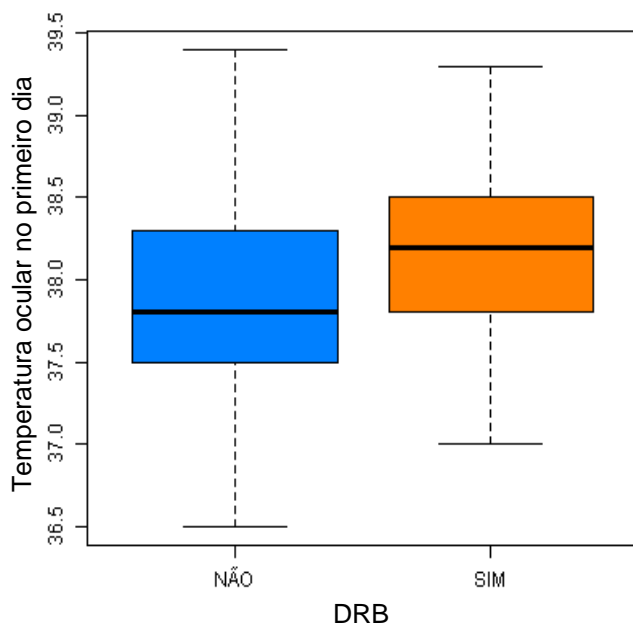


Tabela 28 – Distribuição de valores da temperatura ocular no primeiro dia (°C) em função da presença da doença respiratória bovina (DRB).

	Vitelos com DRB	
	NÃO	SIM
Média ± Desvio	37,86 ± 0,64	38,20 ± 0,56
Mínimo	36,50	37,00
Percentil 25%	37,50	37,83
Percentil 50%	37,80	38,20
Percentil 75%	38,30	38,50
Máximo	39,40	39,30

4.6. Determinação da relação entre as temperaturas rectal e ocular

De modo a verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas assim como a intensidade da associação linear entre a T_R e a T_O , elaborou-se a análise emparelhada ao animal. Uma vez que foi aplicada no tratamento para a DRB uma associação entre um fármaco antimicrobiano e outro anti-inflamatório, teve que se ter em conta a sua influência na temperatura corporal. Assim, nas análises em que estavam presentes temperaturas do dia quatro, foram retirados os animais que foram submetidos a tratamento no primeiro dia.

Na tabela 29 é possível observar-se a análise descritiva para as variáveis TR_1 , TO_1 , TR_4 e TO_4 , assim como a análise elaborada e respectiva correlação para cada módulo de comparação entre as diferentes temperaturas.

Através da análise estatística, verificaram-se as seguintes diferenças estatisticamente significativas (Tabela 29): TR_1 superior à TO_1 ; TR_4 superior à TO_4 ; TR_1 inferior à TR_4 e TO_1 inferior à TO_4 .

As correlações obtidas para cada módulo de comparação das temperaturas foram todas positivas (Tabela 29). Obteve-se uma correlação moderada nos módulos TR_1 - TO_1 e TO_1 - TO_4 e uma correlação fraca nos módulos TR_4 - TO_4 e TR_1 - TR_4 (Gráfico 20).

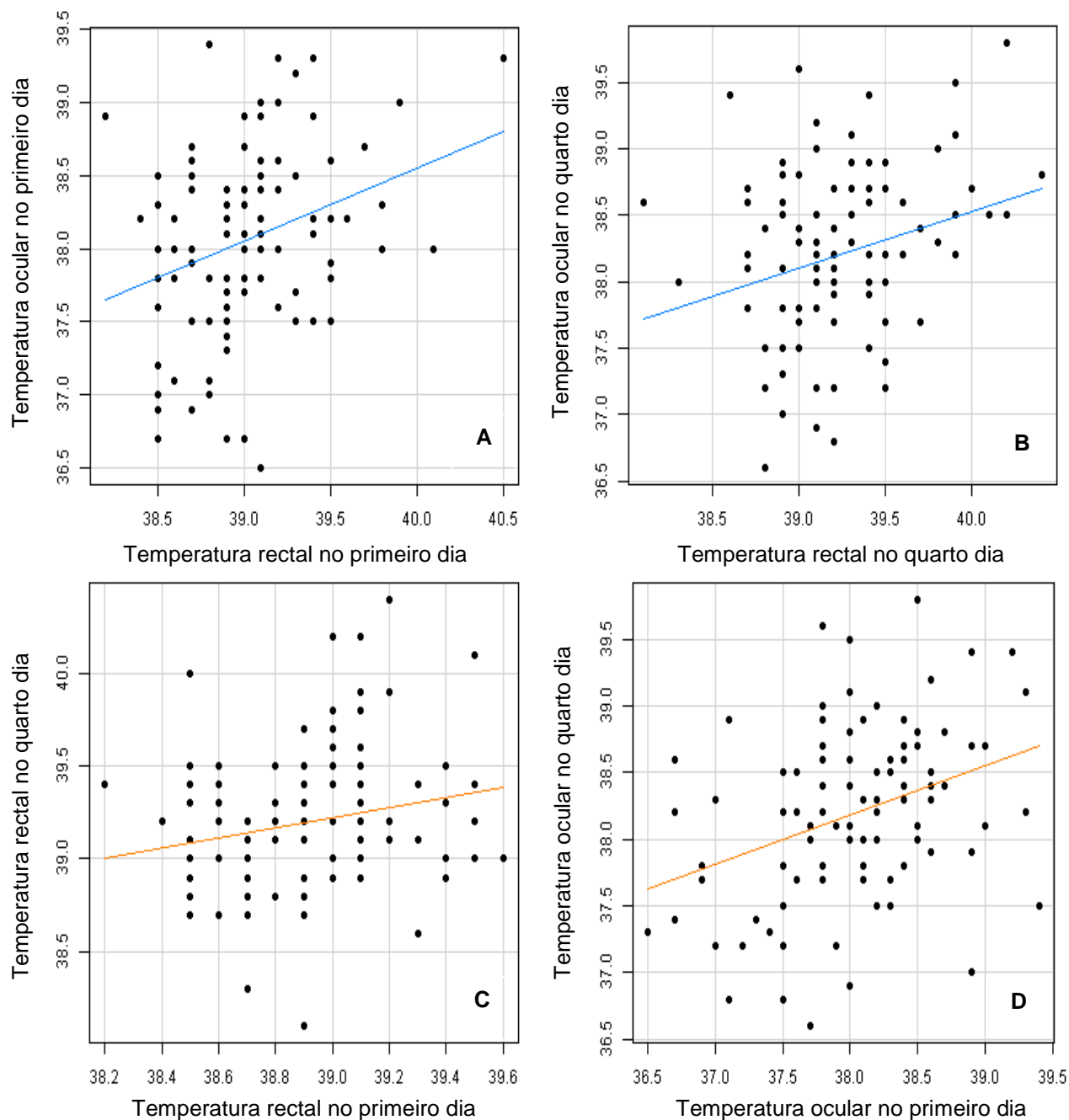
Tabela 29 – Distribuição de valores (média \pm desvio padrão – SD) das variáveis da temperatura rectal no dia um – TR_1 – e no dia quatro – TR_4 – e da temperatura ocular no dia um – TO_1 – e no dia quatro – TO_4 – ; e relação entre as diferentes temperaturas (correlação e valor de p).

	Média \pm SD	TR_1	TO_1	TR_4	TO_4
TR_1	39,01 \pm 0,39 [•]	-	$p < 0,001^{**}$; $\rho = 0,32$	$p < 0,001^{**}$; $\rho = 0,21$	-
TO_1	38,05 \pm 0,61 [•]	$p < 0,001^{**}$; $\rho = 0,32$	-	-	$p < 0,05^*$; $\rho = 0,34$
TR_4	39,21 \pm 0,40	$p < 0,001^{**}$; $\rho = 0,21$	-	-	$p < 0,001^{**}$; $\rho = 0,26$
TO_4	38,19 \pm 0,66	-	$p < 0,05^*$; $\rho = 0,34$	$p < 0,001^{**}$; $\rho = 0,26$	-

Legenda: * Teste *paired t-test*; ** Teste *paired-sample Wilcoxon*

[•] Média \pm SD na população sem o tratamento do dia um: $TR_1 = 38.95 \pm 0.31$; $TO_1 = 38.02 \pm 0.61$

Gráfico 20 – Diagramas de dispersão da relação entre as diferentes temperaturas: diagrama de dispersão para a temperatura rectal e ocular ($^{\circ}\text{C}$) no primeiro dia (A); diagrama de dispersão para a temperatura rectal e ocular ($^{\circ}\text{C}$) no quarto dia (B); diagrama de dispersão para a temperatura rectal ($^{\circ}\text{C}$) no primeiro e no quarto dia (C); diagrama de dispersão para a temperatura ocular ($^{\circ}\text{C}$) no primeiro e no quarto dia (D).



4.7. Eficácia do diagnóstico da DRB com a termografia vs Eficácia do diagnóstico da DRB pela temperatura rectal

Para determinar a eficácia do método de diagnóstico em estudo recorreu-se à análise ROC. Aplicando este procedimento nos dados obtidos da T_R e da T_O tanto no primeiro dia como no quarto

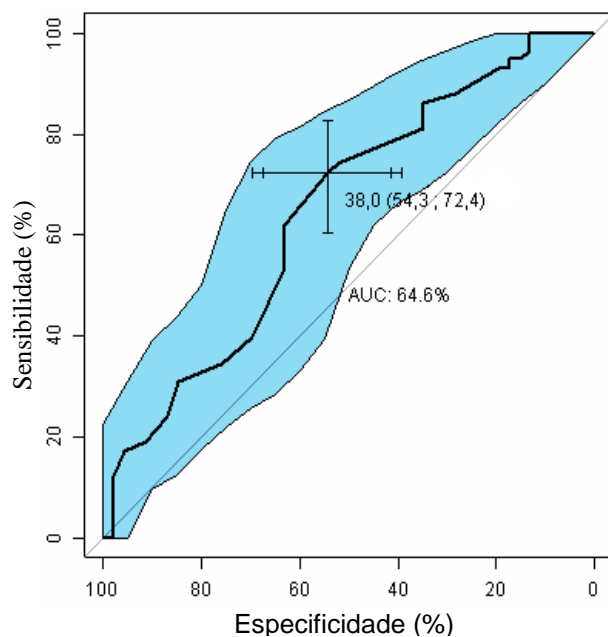
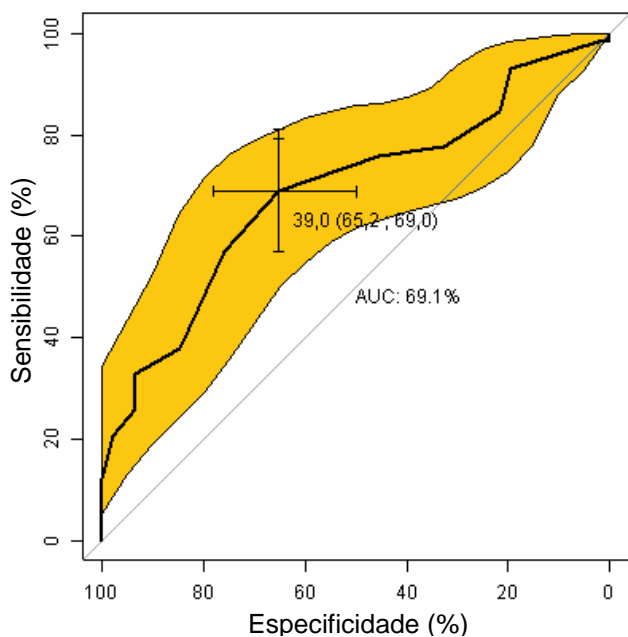
dia, foi possível determinar a temperatura para a detecção de vitelos com DRB que melhor espelha um compromisso entre a Sp e a Se (valor de corte). Além destes parâmetros, comparou-se a eficácia da T_R com a da T_O como método de diagnóstico para a DRB através da análise da AUC.

Na realização desta análise todos os parâmetros de ocorrência da DRB foram tomados em consideração – mortalidade, tratamento e ocorrência de lesões pulmonares. Assim, os resultados obtidos da eficácia do diagnóstico estão relacionados com ocorrência da forma clínica e subclínica da DRB.

Relativamente ao dia seguinte à entrada dos animais na exploração (dia 1), o valor de corte para a T_R obtido foi de 39,0°C (Sp = 65,2% e Se = 69,0% – Gráfico 21) e para a T_O foi de 38,0°C (Sp = 54,3% e Se = 72,4% – Gráfico 22). O diagnóstico de vitelos com DRB através da T_R apresenta uma Sp superior. O diagnóstico da doença utilizando a T_O é mais sensível à presença de doença, apresentando assim um valor de Se mais elevado. Apesar da diferença da AUC ser pequena ($AUC_{TR1} = 69,1\%$; $AUC_{TO1} = 64,6\%$), é possível admitir que a performance da curva para TR_1 é superior à da TO_1 . Assim, uma vez que a AUC avalia a eficiência do teste, a utilização da T_R para o diagnóstico da DRB aparenta ser mais eficiente no primeiro dia de estadia na exploração.

Gráfico 21 – Curva da análise da característica da resposta do observador (ROC) para a temperatura rectal no dia um, com os respectivos intervalo de segurança, valor da área abaixo da curva (AUC) e valor de corte.

Gráfico 22 – Curva da análise da característica da resposta do observador (ROC) para a temperatura ocular no dia um, com os respectivos intervalo de segurança, valor da área abaixo da curva (AUC) e valor de corte.



Para determinar a temperatura que melhor reflecte um compromisso entre a Sp e a Se ao quarto dia na exploração foi necessário excluir a influência da aplicação do fármaco anti-inflamatório, de forma que animais tratados foram eliminados desta análise.

Através da análise ROC, obteve-se um ponto de compromisso para a T_R de 39,2°C (Sp = 73,9% e Se = 48,1% – Gráfico 23) e para a T_O de 37,8°C (Sp = 39,1% e Se = 76,9% – Gráfico 24). Verifica-se novamente o mesmo padrão observado no primeiro dia, sendo a T_R a que apresenta uma Sp de diagnóstico superior e a T_O aquela que possui uma Se de diagnóstico superior. Comparando a AUC de ambas as curvas ao quarto dia, verifica-se novamente que a curva para a T_R apresenta uma performance superior ($AUC_{TR4} = 62,1\%$; $AUC_{TO4} = 51,8\%$).

Gráfico 23 – Curva da análise da característica da resposta do observador (ROC) para a temperatura rectal no dia quatro, com os respectivos intervalo de segurança, valor da área abaixo da curva (AUC) e valor de corte.

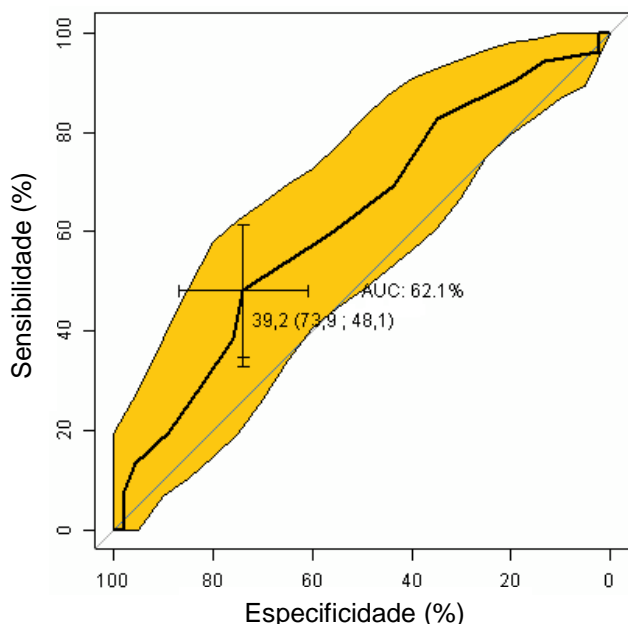
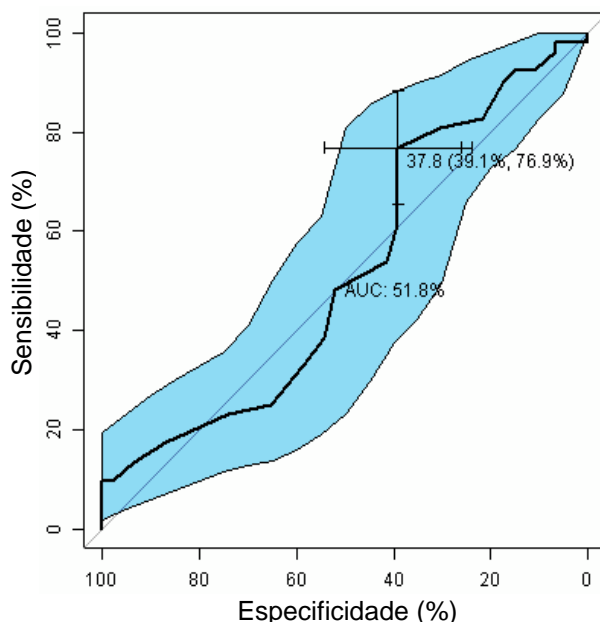


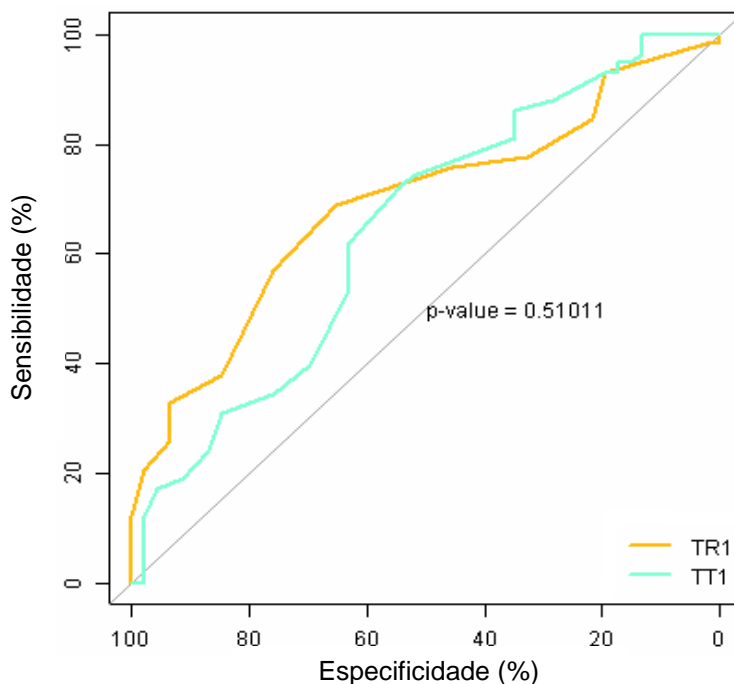
Gráfico 24 – Curva da análise da característica da resposta do observador (ROC) para a temperatura ocular no dia quatro, com os respectivos intervalo de segurança, valor da área abaixo da curva (AUC) e valor de corte.



Comparando a variação da Sp e da Se ao primeiro e ao quarto dia de estadia dos vitelos na exploração, é possível aferir que a detecção de DRB através da temperatura, quer seja a T_R ou a T_O , é mais eficaz ao primeiro dia.

Verificando estatisticamente se existem diferenças entre fazer o diagnóstico com a TR_1 e o diagnóstico com a TO_1 não se obtiveram diferenças estatisticamente significativas ($p=0,51$; Gráfico 25).

Gráfico 25 – Curva da análise da característica da resposta do observador (ROC) para a temperatura rectal e ocular no dia um (TR1 e TO1) e comparação estatística entre os dois métodos para o diagnóstico da doença respiratória bovina.



4.8. Utilização dos valores de corte definidos pela análise ROC como método de detecção de DRB na exploração em estudo

Através dos valores de corte obtidos na análise ROC, foi possível testar os valores das temperaturas de corte obtidas nos dados da população em estudo. Desta forma é possível estimar o VPP, o VPN e a ET que se obteria caso a temperatura mínima para detecção da DRB fosse diferente da utilizada no presente estudo (Tabela 30).

Para estabelecer uma comparação, foram estimadas as características do método de diagnóstico para a DRB em vigor na exploração ($T_R \geq 39,7^\circ\text{C}$ e/ou presença sinais clínicos respiratórios). Foi também igualmente calculado o VPP, o VPN e a ET do método de diagnóstico aplicado (Tabela 30).

Com o objectivo de incrementar a eficácia do diagnóstico da DRB, colocou-se também em hipótese o uso combinado da T_R e da T_O tanto em série como em paralelo como método de diagnóstico. Consequentemente, foram também estimadas as características de diagnóstico destas combinações, assim como o VPP, o VPN e a ET para o primeiro e quarto dia. De notar que, embora não se tenha verificado um aumento na eficiência do teste, a combinação dos diferentes métodos de diagnóstico levou a um aumento de determinadas características de

diagnóstico. Assim, tanto para o dia um como para o dia quatro, a combinação em série privilegia a Sp enquanto que a combinação em paralelo apresenta uma Se superior (Tabela 30).

Tabela 30 – Características dos testes de diagnóstico (especificidade – Sp; sensibilidade – Se) para a utilização da temperatura rectal praticada na exploração do estudo ($TR \geq 39,7^{\circ}C$) ou para a utilização dos valores obtidos através da análise da característica da resposta do observador (ROC) para a temperatura rectal e para a temperatura ocular, tanto no dia um como no dia quatro (TR_1, TO_1, TR_4 e TO_4); e seus respectivos valores de valor predictivo positivo (VPP), valor predictivo negativo (VPN) e eficiência de teste (ET).

	Vitelos tratados	Vitelos considerados saudáveis	VPP	VPN	ET
Presente método					
$TR \geq 39,7^{\circ}C$ (Sp = 100%; Se = 27,57%)	16	88	100% (16/16)	52,27% (46/88)	59,62%
Possíveis métodos					
$TR_1 \geq 39,0^{\circ}C$ Sp = 65,2%; Se = 69,0%	56	48	71,42% (40/56)	62,50% (30/48)	67,31%
$TO_1 \geq 38,0^{\circ}C$ Sp = 54,3%; Se = 72,4%	63	41	66,67% (42/63)	60,98% (25/41)	64,42%
$TR_4 \geq 39,2^{\circ}C$ Sp = 73,9%; Se = 48,1%	51	47	60,78% (31/51)	55,32% (26/47)	58,16%
$TO_4 \geq 37,8^{\circ}C$ Sp = 39,1%; Se = 76,9%	74	24	56,76% (42/74)	58,33% (14/24)	57,14%
Combinação da T_R com a T_O					
DIA 1					
Série Sp = 80,4%; Se = 56,9%	42	62	78,57% (33/42)	59,68% (37/62)	67,31%
Paralelo Sp = 39,1%; Se = 84,5%	77	27	63,64% (49/77)	66,67% (18/27)	64,42%
DIA 4					
Série Sp = 71,7%; Se = 51,9%	40	58	67,50% (27/40)	56,90% (33/58)	61,22%
Paralelo Sp = 15,2%; Se = 88,5%	85	13	54,12% (46/85)	53,85% (7/13)	54,08%

5. DISCUSSÃO

Um dos principais factores a ter em conta na discussão dos resultados obtidos assenta no método utilizado pela exploração para a detecção dos animais com DRB e na avaliação dos seus custos/benefícios.

É primordial ter consciência de que a detecção da DRB através de sinais clínicos ou de alterações no comportamento do animal apresenta limitações. Animais afectados pela mesma doença podem expressar diferentes sinais clínicos, assim como o seu grau de expressão ser igualmente variável (Aich et al., 2009). Adicionalmente, a expressão de sinais clínicos está

dependente de diversos factores como os ambientais, os inerentes ao animal e os relacionados com os agentes patogénicos agressores (Edwards, 2010). Deste modo, animais aparentemente saudáveis podem realmente sê-lo, quer porque não estiveram expostos à doença ou porque o organismo resistiu à agressão, ou são animais com DRB subclínica. Os animais com a doença numa fase crónica podem também não exibir sinais clínicos indicativos de DRB (Abutarbush et al., 2011). Assim, o uso exclusivo de sinais clínicos apresenta uma elevada probabilidade de erro na detecção de animais com doença subclínica ou crónica. Outro factor que limita a detecção da DRB com base nos sinais clínicos é a experiência do médico veterinário/auxiliar na identificação de animais doentes (Duff & Galyean, 2007; Edwards, 2010). Esta é uma tarefa difícil uma vez que os bovinos, sendo um animal predado, muitas vezes ocultam sinais de doença como meio de preservação (Noffsinger & Locatelli, 2004; White & Renter, 2009).

A T_R , embora tenha sido fortemente associada a episódios de DRB (Timsit et al., 2011b), apresenta também limitações. É possível verificar-se T_R elevada em animais saudáveis ou dentro do intervalo considerado normal em animais doentes (Abutarbush et al., 2011). O facto de animais afectados pela DRB nem sempre exibirem um valor anormal da T_R poderá estar relacionado com um processo de doença mais avançado ou com uma variabilidade na resposta febril do animal a diferentes agentes patogénicos da DRB (Bateman et al., 1990).

Além disso, tanto os sinais clínicos respiratórios como os episódios febris não são específicos da DRB. A ocorrência de doenças mal diagnosticadas com base nestes critérios pode levar a uma diminuição da especificidade destes métodos de diagnóstico para a DRB (White & Renter, 2009).

Em suma, esta avaliação com uma componente subjectiva e outra objectiva apresenta sensibilidade e especificidade para a detecção da DRB longe do ideal. White & Renter (2009) estimaram uma Se de 61,8% e uma Sp de 62,8% para o diagnóstico da DRB através observação de sinais clínicos da doença. A eficácia limitada destes métodos pode originar tratamentos desnecessários em animais saudáveis, atrasos na detecção da DRB ou incapacidade de detectar a doença em animais doentes. Qualquer uma destas consequências tem impacto negativo tanto a nível económico da exploração como a nível do bem-estar animal (Abutarbush et al., 2011).

Outro factor importante é o modo como o estudo foi conduzido. O presente estudo foi realizado de forma a testar os métodos de diagnóstico durante as práticas diárias de manejo de uma exploração, não tendo, por isso, alguns factores sido controlados. Assim, não foi possível determinar o(s) agente(s) infeccioso(s) envolvidos, o dia zero da infecção e, conseqüentemente, a fase de progressão da doença. Este desconhecimento poderá levar a limitações na análise dos resultados obtidos.

5.1. Morbidade

Relativamente à avaliação da incidência deve-se ter em conta a ocorrência da forma clínica e subclínica da DRB. Geralmente, para quantificar a forma clínica da doença são utilizados os dados relativos ao tratamento. Outro procedimento bastante comum é a observação da presença de LP na necrópsia do animal. Este método permite a determinação de infecções respiratórias prévias ou correntes, contribuindo assim para a avaliação da DRB clínica e subclínica. Embora a utilização da presença de LP como método de detecção para a DRB apresente uma Se e Sp de diagnóstico superior (Se – 77,4%; Sp – 89,7%) à que se verifica utilizando os dados relativos ao tratamento (Wittum et al., 1996a; Schneider et al., 2009; White & Renter, 2009), este método não deve ser utilizado sem o auxílio de outra ferramenta de diagnóstico. Apesar de fornecer informação útil para a avaliação da incidência, não é possível utilizar esta técnica para detectar e tratar animais doentes durante o período de engorda.

Assim, para se obter uma melhor estimativa da incidência da DRB devem ser utilizados, de uma forma combinada, os dados relativos ao tratamento e à observação de LP no matadouro.

A morbidade devida à DRB que se verificou neste estudo foi de 52,88%. Este resultado foi muito semelhante aos 52,5% reportados por Thompson et al. (2006) e inferior aos 68,6% e 64,4% obtidos por Gardner et al. (1999) e Schneider et al. (2009), respectivamente. Avaliando individualmente a incidência da DRB clínica – 13,46% – e a prevalência de LP no matadouro – 41,58% – é evidente que a combinação das duas é mais eficaz na determinação da incidência da DRB na exploração de engorda. Estes resultados, tais como os que foram obtidos por outros investigadores, confirmam que o diagnóstico com base na presença de LP é mais eficaz do que o diagnóstico clínico (Wittum et al., 1996a; Gardner et al., 1999; Schneider et al., 2009; White & Renter, 2009).

No entanto, esta definição de caso combinada apresenta limitações que podem incrementar ou diminuir a verdadeira estimativa da DRB: a possível existência de animais com LP pré-existentes à entrada na exploração de engorda que persistiram até ao abate, assim como a ocorrência de casos mal diagnosticados com DRB durante o período de engorda pode levar a uma estimativa superior da incidência da doença; por outro lado, a ocorrência de casos de DRB que não foram diagnosticados e que resolveram as lesões antes do abate pode ter resultado numa diminuição da estimativa da verdadeira incidência da doença.

As diferenças observadas entre os diferentes estudos poderão dever-se a uma grande variedade de factores, tais como: nível de stress imposto aos animais, estação do ano durante o período de investigação, manejo aplicado pela exploração, raça, idade e origem dos animais e patogenicidade dos agentes infecciosos envolvidos. De salientar que, tal como no presente estudo, os animais do estudo de Thompson et al. (2006) provinham de várias origens; por outro

lado, no estudo de Gardner et al. (1999), os animais provinham de uma única origem. Outro factor que pode influenciar fortemente as diferenças de morbidade nos diferentes estudos é o método de detecção aplicado no estudo, assim como a capacidade do veterinário ou auxiliar de detectar sinais clínicos da DRB. Estes factores, apesar de influenciarem apenas os resultados da incidência da forma clínica da doença, podem conduzir a elevadas diferenças. A título de exemplo, Thompson et al. (2006) embora tenha utilizado para a detecção da DRB clínica os sinais clínicos e a T_R como no presente estudo, a T_R era apenas factor decisivo quando era superior a 40°C. Por sua vez, Gardner et al. (1999) apenas utilizou a presença de febre indiferenciada ($T > 40^\circ\text{C}$) como diagnóstico de DRB clínica. Assim, estes métodos de detecção da DRB podem ter apenas identificado os casos mais graves.

5.2. DRB clínica

Do grupo de vitelos em estudo o médico veterinário da exploração foi responsável pela detecção de dezasseis vitelos com DRB (15,38%) durante o período de engorda. Dos tratamentos efectuados, 81,25% foram aplicados nos primeiros quatro dias de permanência na exploração. Esta elevada incidência de detecção da doença no período inicial na exploração vem confirmar os resultados apresentados por outros investigadores, principalmente por Bateman et al. (1990) e Snowden et al. (2006). Confirma-se assim que o período inicial na exploração é o intervalo de tempo mais crítico para a procura de sinais clínicos da DRB. Estes resultados já eram esperados uma vez que os primeiros dias de permanência na exploração de engorda serão os que implicam um nível superior de stress (Pereira, 2011). Além dos animais terem sido recentemente sujeitos ao transporte, que por si só é um evento “anormal” e stressante (Swanson & Morrow-Tesch, 2001), de seguida têm que enfrentar um novo ambiente. Neste ambiente os animais deparam-se com um novo sistema de manejo e com outros animais de diferentes origens que, por sua vez, implicam uma re-estruturação do sistema hierárquico (Loerch & Fluharty, 1999).

Para analisar os dados relativos à DRB clínica e comparar com outros estudos é importante ter em atenção que a definição de caso é bastante variável entre diferentes estudos. Além de que a capacidade de detectar DRB clínica, assim como o grau de gravidade da mesma, não é igual em diferentes parques de engorda da mesma exploração.

Os vitelos que fizeram DRB clínica, comparativamente aos restantes vitelos, eram mais leves à entrada na exploração em média 2,38Kg. Alguns autores sugerem que os animais mais leves, quer por serem mais novos ou por estarem debilitados por doença, têm uma probabilidade maior de desenvolver a DRB (Taylor et al, 2010a). No entanto, no presente estudo não se verificaram diferenças estatisticamente significativas para o P_1 em função da DRB clínica.

Gardner et al. (1999) também obteve resultados semelhantes. Quanto ao P_{40} , P_F e P_C , os vitelos que foram tratados para a DRB tiveram uma pesagem superior em 4,56Kg, 14,79Kg e 7,96Kg, respectivamente. Porém, as pesagens entre os diferentes grupos apenas foram estatisticamente diferentes nas variáveis P_F e P_C . Os resultados obtidos diferiram dos observados por Gardner et al. (1999) e Schneider et al. (2009); nestes estudos, o grupo de vitelos com tratamento para a DRB foi aquele que apresentou um P_F e um P_C inferior.

Avaliando a performance dos vitelos em função da ocorrência da DRB clínica não se verificaram diferenças estatisticamente significativas. De notar que os vitelos que foram sujeitos a terapêutica para a doença obtiveram um GMD_{0-1} , GMD_{1-F} , e do GMD_{0-F} , superiores em 140g, 10g e 90g, respectivamente. Estes resultados foram o oposto dos que foram observados por outros investigadores (Bateman et al., 1990; Gardner et al., 1999; Thompson et al., 2006; Schneider et al., 2009).

A principal razão para a acentuada diferença nos parâmetros relativos às pesagens e aos GMD's no período inicial de engorda (primeiro mês) poderá ser devida à terapêutica implementada, tendo a do presente estudo apresentado uma eficácia superior na promoção do bem-estar e resolução da DRB. É também importante salientar que, tal como o que foi observado pelos autores mencionados acima, após este intervalo de tempo há uma tendência de não se observar diferenças significativas na performance entre os grupos com e sem terapêutica para a DRB. Outro factor que poderá ter contribuído para o valor superior nas pesagens finais dos vitelos que fizeram DRB clínica foi o tempo superior de permanência na exploração.

Relativamente ao número de DE, os vitelos com DRB clínica tiveram um período de engorda superior, em média, oito dias ao dos considerados clinicamente saudáveis. Este resultado deve-se ao facto de, além de se ter que respeitar o intervalo de segurança do fármaco aplicado, a médica veterinária proporciona a estes animais uma estadia mais prolongada para se recuperarem da doença. Estes resultados foram estatisticamente significativos e semelhantes aos observados por Thompson et al. (2006).

Por último, os vitelos com DRB clínica apresentaram valores de T_o superiores em 0,25°C para o primeiro dia e 0,45°C para o quarto dia na exploração. Estas diferenças apenas foram estatisticamente significativas para os resultados relativos ao dia quatro. Uma vez que a DRB está directamente relacionada com lesões tecidulares, infecções e stress, estas diferenças já eram esperadas dado que qualquer um destes factores induz uma resposta sistémica inicial e, conseqüentemente, hipertermia (Duff & Galyean, 2007; Ceciliani et al., 2012). Estes resultados são concordantes com os obtidos por Schaefer et al. (2007,2011), demonstrando assim uma relação entre a T_o e a presença da forma clínica da DRB.

5.3. DRB subclínica – Lesões pulmonares

No matadouro verificou-se a presença de LP em 41,58% do efectivo dos animais em estudo. A prevalência de LP obtida no presente estudo foi muito semelhante à observada por Thompson et al. (2006) – 42,8% –, superior à reportada por Gardner et al. (1999) – 33,0% – e inferior à verificada por Wittum et al. (1996a) e Schneider et al. (2009) – 72,0% e 61,9%, respectivamente.

No grupo de vitelos considerado saudável durante o período de engorda (87/104), ou seja, que não foi sujeito a terapêutica para a DRB e que não sucumbiu à doença, 47,13% apresentou LP. Este resultado apresentou-se superior aos reportados por Gardner et al. (1999) – 37,3% – e Thompson et al. (2006) – 38,5% – e inferior aos resultados que foram apresentados por Wittum et al. (1996a) e Schneider et al. (2009) – 68,0% e 60,6%, respectivamente. No grupo de vitelos onde foram observadas LP (n=42), apenas um vitelo (2,38%) tinha sido tratado previamente para a doença. Este resultado mostrou-se bastante superior aos obtidos por Thompson et al. (2006) – 69,6% – e por Gardner et al. (1999) – 43,7%.

Os resultados obtidos sugerem que o método de detecção da DRB aplicado na exploração não permite a identificação de um elevado número de animais que fazem pneumonia. Este facto pode ser explicado por diversos factores, tais como: experiência do médico veterinário na identificação de sinais clínicos da doença nos parques de engorda; método de diagnóstico aplicado pouco sensível para a detecção da DRB ou a presença de LP pré-existentes à entrada dos vitelos na exploração e que tenham persistido até ao abate.

No grupo de vitelos em que não se detectaram LP (n=59), 22,03% recebeu terapêutica para a DRB. Além disso, no grupo de animais tratados, dois morreram durante o período de engorda e um apresentou LP – 18,75% (3/16) –, indicando assim, no geral, uma boa resposta à terapêutica instituída pelo médico veterinário responsável. De notar que não foi conseguida a mesma eficácia na resolução de LP nos estudos de Wittum et al. (1996a), Gardner et al. (1999), Thompson et al. (2006) e Schneider et al. (2009); nestes estudos verificou-se que, respectivamente, 78,0%, 48,0%, 57,5% e 74,0% dos animais tratados apresentavam LP aquando do abate. A forte diferença entre os resultados do presente estudo e os apresentados por Wittum et al. (1996a) provavelmente é devida aos avanços tecnológicos que se têm verificado ao nível dos fármacos destinados à medicina veterinária. Outra hipótese que poderá estar associada a estes resultados é a possibilidade da ocorrência de diagnósticos falso-positivos.

Estes resultados, tal como os que foram observados por outros investigadores (Wittum et al., 1996a; Gardner et al., 1999; Thompson et al., 2006; Schneider et al., 2009), indicam que as LP são observadas tanto em animais com infecção clínica da DRB, assim como em animais que aparentam estar saudáveis; podem ainda ocorrer casos de animais que tiveram DRB clínica e

que resolveram as LP até à altura do abate. Deste modo, para se obter uma estimativa mais realista da incidência da DRB, o uso de ambos os dados relativos à presença de sinais clínicos da doença e de LP no matadouro é imperativo.

Nas análises relativas à DRB subclínica foram excluídos os animais identificados e tratados para a doença. O motivo para esta exclusão foi o facto da terapêutica aplicada poder auxiliar o organismo na resolução das LP até à saída do animal para o abate. Assim, comparando com os vitelos saudáveis, a análise avaliou a influência da forma subclínica da DRB em diversos parâmetros.

Relativamente à performance dos vitelos, observaram-se diferenças estatisticamente significativas no GMD_{0-F} em função da DRB subclínica, tendo os vitelos com LP obtido valores superiores. Quanto ao GMD_{0-1} e ao GMD_{1-F} , embora não se tenham observado diferenças entre os grupos, os vitelos com LP apresentaram igualmente uma performance superior. Assim, os vitelos com LP obtiveram mais 100g, 50g e 90g, no GMD_{0-1} , no GMD_{1-F} e no GMD_{0-F} , respectivamente. Em oposição aos resultados obtidos no presente estudo, outros investigadores destacam os animais com DRB, clínica ou subclínica, como aqueles que obtêm GMD inferiores (Wittum et al., 1996a; Gardner et al., 1999; Thompson et al., 2006; Schneider et al., 2009).

Os vitelos afectados com DRB subclínica apresentaram um P_1 estatisticamente superior ao dos vitelos saudáveis. Embora não exista uma razão conhecida que explique estes dados, Gardner et al. (1999) reportou resultados semelhantes. Esta tendência manteve-se igual para a variável P_{40} , sendo os vitelos com LP aqueles nos quais foi observado um P_{40} superior. Assim, os vitelos com DRB subclínica tinham, em média, mais 7,73Kg à entrada na exploração e mais 13,04Kg no primeiro mês de estadia do que os vitelos saudáveis. Nas variáveis P_F e P_C não se verificaram diferenças entre os grupos. De notar que o grupo de vitelos com LP pesou, em média, mais 2,09Kg e 1,11Kg, no P_F e P_C , respectivamente. Outros investigadores, como Gardner et al. (1999) e Schneider et al. (2009) observaram resultados contraditórios, tendo os vitelos saudáveis obtido pesagens finais superiores.

Com base nos estudos referidos acima, a DRB subclínica deveria ter um impacto negativo na performance dos animais; contudo, isto não se observou no presente estudo. De modo a explicar este acontecimento é necessário ter em conta que os vitelos com a forma subclínica da doença apresentaram um P_1 superior. Esta diferença no P_1 , provavelmente resulta do facto destes animais terem sido retidos mais tempo na exploração intermédia, onde foram desmamados, para recuperação de um episódio de DRB. Isto justificaria o maior peso à entrada da exploração, a ausência de sinais clínicos da doença e a evidência de um crescimento compensador. Além disso, no primeiro mês os vitelos com DRB subclínica, comparativamente

com os saudáveis, mantiveram uma boa vantagem no peso e no GMD; entre o primeiro mês e a saída para o matadouro a diferença da performance entre os grupos já não foi tão evidente, notando-se assim que os vitelos saudáveis lentamente começaram a compensar a sua desvantagem inicial. Como a forma subclínica da DRB não afecta tão evidentemente o bem-estar e, conseqüentemente, a performance dos animais como a forma clínica da doença, provavelmente só se observaria uma performance negativa se estes animais estivessem num ambiente em que fosse necessário algum esforço físico suplementar. Assim, explicações possíveis para os resultados obtidos para o grupo de animais com LP incluem: a possibilidade da existência de lesões pulmonares pré-existentes à entrada na exploração que persistiram até ao abate e a possibilidade de, por acaso, este grupo ter sido mais tolerante ou resistente à doença, daí que não tenham manifestado a forma clínica. A combinação de ambas é também possível.

Quanto à variável DE os resultados foram novamente o oposto do esperado com base na literatura citada (Thompson et al., 2006). Os vitelos saudáveis permaneceram, em média, mais sete dias na exploração de engorda do que os vitelos com DRB subclínica, tendo esta diferença sido significativa. Este resultado é facilmente explicado pelo facto dos vitelos doentes terem obtido, durante todo o período de permanência na exploração, pesagens superiores; como os vitelos saudáveis eram mais leves, necessitaram de mais tempo de engorda na exploração.

Por último, os vitelos com DRB subclínica tinham no primeiro dia de estadia na exploração valores de T_R e T_O estatisticamente superiores, tendo, respectivamente, mais 0,15°C e 0,33°C do que os vitelos saudáveis. Estes resultados permitem supor uma relação entre a ocorrência da DRB subclínica e o aumento da temperatura corporal no primeiro dia do ensaio. A DRB, independentemente de se apresentar na forma clínica ou subclínica, induz uma resposta sistémica e, por sua vez, hipertermia (Duff & Galyean, 2007; Ceciliani et al., 2012). Assim, é possível esperar-se uma elevação da temperatura corporal, apesar do seu aumento, quer medido pela T_R ou pela T_O , não ser tão evidente como o observado na DRB clínica. No quarto dia de estadia na exploração já não se observaram diferenças significativas entre os grupos com e sem LP; os vitelos com LP tinham mais 0,05°C de T_R e os vitelos sem LP tinham mais 0,03°C de T_O . As diferenças obtidas entre os dois dias de ensaio poderão ser devidas a uma diminuição do nível do stress inicial por habituação ao maneio e instalações (Pereira et al., 2011). Tal como o que ocorre com a DRB clínica, em que a maioria dos casos surge logo após a entrada na exploração devido ao comprometimento do sistema imunitário, é de se esperar que o mesmo possa acontecer com a DRB subclínica. No entanto, esta hipótese não pode ser comprovada no presente estudo dado que os métodos de diagnóstico aplicados não permitiram determinar o dia em que surgiram LP nos vitelos.

Apesar das conclusões retiradas acima, uma vez que os resultados relativos à performance dos animais e ao tempo de permanência dos mesmos na exploração não estão de acordo com os que foram obtidos noutros estudos acerca deste tópico (Wittum et al., 1996a; Gardner et al., 1999; Thompson et al., 2006; Schneider et al., 2009), avaliaram-se novamente as mesmas variáveis parque a parque. Assim, foi possível determinar se os resultados obtidos se deviam a uma contribuição igualitária de ambos os parques ou se se deviam a uma influência superior de um parque. Em nenhum dos parques se observaram diferenças estatisticamente significativas nos GMD's em função da ocorrência de LP.

Em suma, os resultados, apesar de serem diferentes dos obtidos por outros investigadores, uma vez mais confirmam a hipótese de não existirem diferenças significativas no GMD_{0-F} entre vitelos com DRB subclínica e os saudáveis (Thompson et al., 2006). Apesar de existirem oscilações no GMD durante o período de engorda, à saída para o abate estas diferenças são mínimas entre os diferentes grupos.

Perante a observação de que os vitelos com LP mantiveram uma boa performance ao longo de todo o período de engorda e com base na suposição de que eram animais que já tinham recuperado de um episódio de DRB, é possível concluir o seguinte: não se deve transportar os animais doentes para a exploração de engorda final até resolução da pneumonia, pois o período de espera torna-se uma mais-valia já que os animais depois compensam no crescimento.

5.4. DRB clínica e subclínica

Para analisar a expressão total da DRB, utilizou-se a fórmula combinada para a definição de caso que engloba os vitelos mortos e os afectados pela forma clínica e/ou subclínica da doença. Assim, através desta definição de caso foram identificados 58 vitelos – 55,77% – com a DRB. Neste grupo de animais, 27,59% foram sujeitos a terapêutica para a DRB e 72,41% exibiram LP no exame pós-morte. Constatou-se que os vitelos com a DRB (fórmula combinada) foram aqueles que apresentaram pesagens e, conseqüentemente, GMD's superiores durante todo o período de engorda. Tal como se verificou nos dados relativos à DRB subclínica, os vitelos doentes foram os que apresentaram pesagens superiores ao longo de toda a estadia na exploração. As diferenças entre os animais doentes e saudáveis foram estatisticamente significativas para as variáveis P_1 e P_{40} . Assim, os vitelos com DRB pesaram, em média, mais 5,69Kg, 11,54Kg, 5,72Kg e 2,98Kg no P_1 , P_{40} , P_F e P_C , respectivamente. Os dados relativos à performance dos vitelos foram concordantes com os observados na forma clínica e subclínica da doença, tendo os animais doentes obtido uma performance superior. Deste modo, os vitelos com DRB apresentaram valores de GMD_{0-1} , GMD_{1-F} e GMD_{0-F} superiores em 110g, 40g e 100g, respectivamente. De notar que as diferenças foram estatisticamente significativas para as variáveis GMD_{0-1} e GMD_{0-F} . Tal como foi referido acima,

estes resultados não estão de acordo com os obtidos por outros investigadores (Wittum et al., 1996a; Gardner et al., 1999; Thompson et al., 2006; Schneider et al., 2009).

Quanto ao tempo de permanência na exploração, os vitelos saudáveis permaneceram, em média, mais quatro dias na exploração do que os vitelos doentes. Contudo, não se obtiveram diferenças estatisticamente significativas.

A análise de diferenças na T_R e na T_O em função da ocorrência da DRB assume uma grande importância neste estudo. Apesar da influência da forma subclínica na temperatura corporal ainda não ter sido bem determinada, a associação da elevação da temperatura com a ocorrência da DRB clínica está bem estabelecida.

Verificou-se que os vitelos doentes, tanto no primeiro como no quarto dia de permanência na exploração, apresentaram valores de T_R estatisticamente superiores. Os vitelos com DRB tinham mais $0,25^\circ\text{C}$ na TR_1 e $0,15^\circ\text{C}$ e na TR_4 , do que os vitelos saudáveis. De igual modo, os vitelos doentes apresentaram valores de T_O superiores, só se tendo identificado diferenças estatisticamente significativas entre os grupos no dia um. Assim, observou-se uma diferença de $0,34^\circ\text{C}$ na TO_1 e de $0,10^\circ\text{C}$ na TO_4 entre os vitelos doentes e os saudáveis.

5.5. Relação entre as temperaturas rectal e ocular

Na análise da T_R e da T_O em função da ocorrência da DRB, torna-se também importante verificar a relação entre as diferentes temperaturas, assim como a influência da utilização de diferentes dias de triagem nos resultados obtidos.

Os valores obtidos para a T_R e a para a T_O dos vitelos no presente estudo indicam que, em média, estas temperaturas foram significativamente mais elevadas ao quarto dia na exploração. A escolha do dia mais aconselhado para realizar os testes de diagnóstico é importante. Uma vez que a temperatura corporal elevada está relacionada com a ocorrência da DRB, em regra, o dia em que os animais apresentassem valores de temperatura corporal superiores seria o ideal para realizar os testes de diagnóstico. Porém, a nível de aplicação prática, a diferença entre escolher o primeiro ou o quarto dia para realizar a triagem dos animais doentes não é muita, pois o aumento obtido entre o dia quatro e o dia um oscilou, em média, entre $0,14^\circ\text{C}$ (T_O) e $0,20^\circ\text{C}$ (T_R).

Avaliando a intensidade da associação entre a TR_1 e a TR_4 , assim como entre a TO_1 e a TO_4 , obteve-se uma correlação positiva baixa para a T_R ($p=0,21$) e uma correlação positiva moderada para a T_O ($p=0,34$). Assim, a associação foi mais elevada para a T_O entre os diferentes dias de ensaio.

Comparando as diferentes temperaturas, tanto no primeiro como no quarto dia de estadia na exploração, obteve-se uma diferença estatisticamente significativa entre os valores de T_R e de T_O . A T_R foi superior à T_O em, aproximadamente, 1°C ($0,96^\circ\text{C}$ e $1,02^\circ\text{C}$ no primeiro e no quarto

dia, respectivamente). Embora a correlação entre as diferentes temperaturas não tenha sido tão evidente como a obtida por Rainwater-Lovett et al. (2009) – $r=0,5$ –, verificou-se igualmente uma correlação positiva entre a T_R e a T_O em ambos os dias em estudo. No primeiro dia obteve-se uma correlação moderada ($\rho=0,32$) e no quarto dia uma correlação baixa ($\rho=0,26$). O facto de a doença não ser a mesma nos diferentes estudos poderá explicar as diferenças nos valores de correlação obtidos.

5.6. Avaliação da termografia

Para realizar o principal objectivo deste estudo, que consistia na avaliação da termografia como método de diagnóstico da DRB, foi necessário recorrer à análise ROC. Tal como referido anteriormente e com base nos resultados obtidos no presente estudo, tanto a T_R como a T_O são indicadoras da presença da DRB. A questão que se coloca é qual a vantagem e/ou desvantagem em utilizar as diferentes medições ou se haverá um incremento da detecção da DRB através da associação destes métodos de diagnóstico? Assim, a análise ROC permitiu determinar as características dos métodos de diagnóstico e também, através da AUC, avaliar a performance dos mesmos.

O conhecimento das características dos métodos de diagnóstico seleccionados é indispensável, uma vez que podem afectar a interpretação dos resultados obtidos. Assim, é importante determinar as características e a eficácia do método de diagnóstico implementado pois têm influência em diversas análises, tais como: a estimativa da incidência da doença, a avaliação da eficácia de programas de prevenção e/ou controlo e análises de associação da presença da doença com outros parâmetros (White & Renter, 2009).

A presença de diferenças na AUC dos gráficos ROC tanto no primeiro como no quarto dia permitiu analisar qual o dia mais indicado para aplicar os métodos de diagnóstico. Para ambos os métodos o melhor dia de ensaio revelou-se ser o dia um ($AUC_{TR1} = 69,1\%$ e $AUC_{TR4} = 62,1\%$; $AUC_{TO1} = 64,6\%$ e $AUC_{TO4} = 51,8\%$). De salientar que estes resultados englobam a detecção da DRB clínica e subclínica. Com estes resultados é possível aferir em relação a estes métodos de diagnóstico que: a sua performance tende a diminuir com o número de dias de permanência na exploração e o seu uso deve ser feito preferencialmente no primeiro dia na exploração. De notar que, embora o intervalo entre as duas medições efectuadas tenha sido de apenas três dias, a diminuição da eficácia dos testes do dia um para o dia quatro foi de 7,0% e 12,8% para a T_R e para a T_O , respectivamente. O facto de ter sido necessário retirar da análise do quarto dia os dados relativos aos vitelos tratados para a DRB no dia um poderá ter influenciado os resultados obtidos. Em suma, o período logo após a entrada dos vitelos na exploração é o mais importante

para detectar animais com DRB, assim como aqueles que apresentam uma susceptibilidade superior de desenvolver a doença.

Estes resultados já eram esperados devido à tendência para um maior número de casos de doença ocorrer logo após a entrada dos animais na exploração (Bateman et al., 1990; Snowden et al., 2006) e existir uma forte relação entre a presença da DRB e a ocorrência de hipertermia (Duff & Galyean, 2007; Ceciliani et al., 2012).

Analisando somente os gráficos ROC relativos ao primeiro dia na exploração obteve-se um valor de corte de 39,0°C para a T_R e de 38,0°C para a T_O . O valor de corte significa que para se obter o melhor compromisso entre a Sp e a Se esse valor deveria ser utilizado como o valor mínimo de detecção da DRB. A T_R a 39,0°C apresentou uma Se de diagnóstico de 69,0%, enquanto que a da T_O a 38,0°C foi de 72,4%; quanto à Sp dos diagnósticos obteve-se 65,2% para a T_R e 54,3% para a T_O . Apesar de a diferença ser ligeira, a AUC da T_R (69,1%) mostrou ser superior à da T_O (64,6%). O facto da performance da AUC ser superior para a TR_1 indica que este teste de diagnóstico aparenta ser mais eficiente do que o uso da termografia. No entanto, é necessário ter em conta as características dos métodos de diagnóstico e os objectivos da exploração. Isto porque, apesar a TR_1 apresentar uma eficácia de diagnóstico superior, se o objectivo da exploração for detectar todos os animais com doença então a TO_1 seria mais indicada pois apresenta uma Se de diagnóstico superior. Se pelo contrário o objectivo da exploração for evitar tratamentos desnecessários, então o diagnóstico da DRB pela TR_1 é o mais indicado devido à sua Sp de diagnóstico superior.

Estes resultados não estão de acordo com os obtidos por outros investigadores. Schaefer et al. (2007,2011) obteve, através da análise ROC, valores superiores de Se e de Sp para a termografia. Contudo, é preciso salientar que diversas condições foram diferentes das apresentadas no presente estudo, tais como: definição de caso, raça, peso e idade dos animais, manejo, condições ambientais e, provavelmente, nível de stress.

Relativamente à análise dos dados obtidos do dia quatro, o valor de corte obtido para a T_R foi de 39,2°C e para a T_O de 37,8°C. Tal como no primeiro dia, o diagnóstico pela T_R apresentou uma Sp superior (Sp - 73,9%; Se - 48,1%) enquanto que pela T_O a Se tem um valor mais elevado (Sp - 39,1%; Se - 76,9%). É de notar que os valores máximos obtidos para a Se e para a Sp encontram-se na análise realizada ao quarto dia. A nível da performance, a T_R demonstra novamente uma performance superior à da T_O (AUC_{TR4} = 62,1%; AUC_{TO4} = 51,8%). De notar que nesta análise foram retirados os dados relativos aos vitelos tratados no primeiro dia, o que poderá ter afectado os resultados obtidos.

Com os valores de corte obtidos através da análise ROC, foi possível calcular o VPP, o VPN e a ET para cada um dos métodos de diagnóstico nos diferentes dias. Estes parâmetros, assim como a Sp e a Se, foram igualmente determinados para o método de diagnóstico utilizado na exploração.

Em relação ao método de diagnóstico utilizado na exploração (Sp - 100%; Se - 27,57%; VPP - 100%; VPN - 52,27%; ET - 59,62%), apesar dos vitelos identificados terem sido correctamente diagnosticados com a DRB, ao mesmo tempo um elevado número de vitelos com a doença foi considerado saudável. Ou seja, a sensibilidade para a detecção da doença é muito inferior à que seria desejada.

Como seria de esperar, com base nos resultados da análise ROC, o valor máximo de ET obtido foi quando se utilizou a T_R (valor de corte de 39,0°C) como método de diagnóstico para a DRB no primeiro dia de ensaio.

No presente estudo foi igualmente proposta a combinação dos diferentes métodos de diagnóstico - T_R e T_O - de modo a se tentar obter uma eficiência superior na identificação de vitelos doentes. Porém, a nível da ET não se observou nenhuma vantagem. Quanto às características de diagnóstico - Sp e Se - é de se notar que, no primeiro dia de ensaio, o uso combinado da T_R e da T_O em série obteve uma Sp de diagnóstico de 80,4% e em paralelo obteve uma Se de diagnóstico de 84,5%. Ou seja, o uso da combinação dos diferentes métodos permitiu favorecer a Sp ou a Se, consoante fosse utilizada a combinação em série ou em paralelo, respectivamente.

Utilizando a hipótese que obteve a ET mais elevada (primeiro dia de ensaio - $T_R \geq 39,0^\circ\text{C}$) como exemplo, a Se de diagnóstico não excedeu os 69,0%, o que significa que 31,0% dos casos com DRB poderão não ser identificados e tratados. Ainda mais preocupante foi o valor de Sp obtido - 65,2%. Esta baixa Sp de diagnóstico significa que, no mínimo, 34,8% dos vitelos identificados e tratados para a DRB poderão ter sido mal diagnosticados. Este tipo de erro leva a tratamentos desnecessários para a DRB que implicam custos e que podem ajudar à criação de resistências antimicrobianas.

Os resultados obtidos no presente estudo indicam que tanto o diagnóstico pela T_R como pela T_O , nas condições ambientais apresentadas, poderão não fornecer uma representação muito exacta da incidência da DRB. Uma estimativa da incidência da DRB inferior à real influencia os resultados de diversos parâmetros em análise. O facto de ainda não existir um método de diagnóstico com uma elevada precisão torna mais difícil determinar a eficiência dos programas de prevenção e de controlo.

A termografia, por ser um método não-invasivo que permite a detecção de alterações na temperatura corporal, é um meio de diagnóstico que pode auxiliar na detecção da DRB. No entanto, a sua aplicação à entrada dos vitelos na exploração, comparando com a medição da

T_R , obteve resultados inferiores quanto à Sp e à ET e por isso não parece ser um instrumento de grande utilidade para uma engorda do tipo comercial.

Uma das dificuldades com que a autora se deparou foi o facto de serem necessárias duas condições para se obter uma leitura correcta da imagem termográfica da região ocular: imobilização do animal e um ligeiro período de tempo para a câmara termográfica focar a imagem a reter. Embora não seja sempre necessário a contenção do animal, o facto de um ligeiro movimento do animal poder desfocar a imagem e, conseqüentemente, não permitir uma leitura correcta pela câmara, é uma grande desvantagem. Actualmente, a existência de inúmeros modelos de câmaras termográficas poderá eliminar a desvantagem do tempo de focagem da imagem; eliminando esta desvantagem, o tempo necessário para manter o animal imóvel também será inferior.

6. CONCLUSÃO

Em Portugal, em explorações de engorda intensiva, a DRB é a doença que tem um maior impacto económico negativo devido à sua elevada incidência. É conhecido que o prejuízo económico se deve a perdas relativas à mortalidade, assim como aos gastos e perdas associadas à morbilidade. Adicionalmente, os custos associados a programas de vacinação e de desparasitação também são uma componente importante.

O período onde se verifica uma maior incidência da DRB abrange os primeiros dias após a entrada dos animais na exploração. A identificação de animais verdadeiramente positivos para a doença continua a ser um desafio, na medida em que a identificação de sinais clínicos respiratórios e/ou de episódios de febre (medição por temperatura rectal) não permite uma elevada sensibilidade de diagnóstico.

Neste estudo propôs-se a utilização da termografia como método de detecção precoce da DRB, comparativamente com o método presentemente utilizado nas explorações de engorda intensiva. Demonstrou-se que a medição da temperatura termográfica da região ocular em vitelos foi sensível à ocorrência da forma clínica e/ou subclínica da DRB. Como foi demonstrado pelo cálculo das curvas da análise ROC, a eficiência da termografia foi inferior à da T_R . De notar que não havia diferenças significativas entre usar os dois métodos de diagnóstico e que não havia grande vantagem na associação dos mesmos.

A grande vantagem que se verifica na utilização da termografia consiste no facto de ser um método de diagnóstico não-invasivo com elevada sensibilidade de diagnóstico para detecção de DRB. Em termos de maneio, a praticidade deste método de diagnóstico equipara-se à da medição da temperatura rectal, na medida em que depende de uma ligeira contenção dos animais assim como da rapidez da leitura da temperatura do instrumento de diagnóstico. Nas

desvantagens relativas à termografia é necessário salientar a perda de especificidade de diagnóstico, o que poderá levar a um aumento do número de casos mal diagnosticados com a doença e, conseqüentemente, de tratamentos desnecessários. Este ponto é extremamente importante devido à crescente preocupação com o desenvolvimento de resistências microbianas. Dado que se trata de um instrumento de diagnóstico que envolve um investimento monetário elevado (aproximadamente entre 2000 a 6000 €), a presença destas desvantagens colocam em questão a sua aplicabilidade em unidades de engorda intensiva para a detecção da DRB.

Assim, poderá assumir-se que a medição da T_R apresenta uma relação de custo/benefício superior. Além de ser um método prático e economicamente viável, possui uma especificidade de diagnóstico superior à calculada para a medição da temperatura termográfica. No futuro, poderá ter que ser efectuado um ajuste no valor de corte da temperatura rectal para detecção de animais afectados por DRB, dado que o presentemente utilizado ($T_R \geq 39,7$) apresenta uma sensibilidade de diagnóstico muito diminuta.

A escolha entre estes métodos de diagnóstico dependerá dos objectivos referentes à prevenção e controlo da DRB, assim como da capacidade económica da exploração.

Apesar dos resultados reportados neste estudo apresentarem limitações, fornecem uma estimativa importante da eficiência, assim como de outras características de diagnóstico, destes métodos de diagnóstico. Os resultados obtidos poderão estimular outros investigadores a avaliar a eficácia destes métodos de diagnóstico noutras condições de estudo ou mesmo noutras patologias.

BIBLIOGRAFIA

- Abutarbush, S.M., Pollock, C.M., Wildman, B.K., Perrett, T., Schunicht, O.C., Fenton, R.K., Hannon, S.J., Vogstad, A.R., Jim, G.K. & Booker, C.W. (2012). Evaluation of the diagnostic and prognostic utility of ultrasonography at first diagnosis of presumptive bovine respiratory disease. *The Canadian Journal of Veterinary Research*, 76 (1), 23-32.
- Aich, P., Potter, A.A. & Griebel, P.J. (2009). Modern approaches to understanding stress and disease susceptibility: a review with special emphasis on respiratory disease. *International Journal of Genetic Medicine*, 2, 19-32.
- Allen, J.W., Viel, L., Bateman, K.G., Rosendal, S., Shewen, P.E. & Physick-Sheard, P. (1991). The microbial flora of the respiratory tract in feedlot calves: Associations between nasopharyngeal and bronchoalveolar lavage cultures. *The Canadian Journal of Veterinary Research*, 55 (4), 341-346.
- Alsaad, M. & Büscher, W. (2012). Detection of hoof lesions using digital infrared thermography in dairy cows [Abstract]. *Journal of Dairy Science*, 95 (2), 735-742.
- Apley, M. (1997). Antimicrobial therapy of bovine respiratory disease [Abstract]. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 13 (3), 549-574.
- Arthington, J.D., Eicher, S.D., Kunkle, W.E. & Martin, F.G. (2003). Effect of transportation and commingling on the acute phase protein response, growth, and feed intake of newly weaned beef calves. *Journal of Animal Science*, 81 (5), 1120-1125.
- Arthington, J.D., Spears, J.W. & Miller, D.C. (2005). The effect of early weaning on feedlot performance and measures of stress in beef calves. *Journal of Animal Science*, 83 (4), 933-939.
- Assié, S., Seegers, H., Makoschey, B., Désiré-Bousquié, L. & Bareille, N. (2009). Exposure to pathogens and incidence of respiratory disease in young bulls on their arrival at fattening operations in France [Abstract]. *The Veterinary Record*, 165 (7), 195-199.
- Babkine, M. & Blond, L. (2009). Ultrasonography of the bovine respiratory system and its practical application [Abstract]. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 25 (3), 633-649.
- Bateman, K.G., Martin, S.W., Shewen, P.E. & Menzies, P.I. (1990). An evaluation of antimicrobial therapy for undifferentiated bovine respiratory disease. *The Canadian Veterinary Journal*, 31 (10), 689-696.
- Bates, D.W. & Anderson, J.F. (1979). Calculation of ventilation needs for confined cattle [Abstract]. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 174 (6), 581-589.
- Berge, A.C., Besser, T.E., Moore, D.A. & Sischo, W.M. (2009). Evaluation of the effects of oral colostrum supplementation during the first fourteen days on the health and performance of preweaned calves. *Journal of Dairy Science*, 92 (1), 286-295.

- Berry, B. A., Confer, A. W., Krehbiel, C. R., Gill, D. R. Smith, R.A. & Montelongo, M. (2004). Effects of dietary energy and starch concentrations for newly received feedlot calves: II. Acute phase protein response. *Journal of Animal Science*, 82 (3), 845-850.
- Blackall, P.J., Bojesen, A.M., Christensen, H. & Bisgaard, M. (2007). Reclassification of [Pasteurella] trehalosi as Bibersteinia trehalosi *gen. nov., comb. nov.* *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 57 (4), 666-674.
- Blecha, F., Boyles, S.L. & Riley, J.G. (1984). Shipping suppresses lymphocyte blastogenic responses in Angus and Brahman x Angus feeder calves. *Journal of Animal Science*, 59 (3), 576-583.
- Booker, C.W., Abutarbush, S.M., Morley, P.S., Jim, G.K., Pittman, T.J., Schunicht, O.C., Perrett, T., Wildman, B.K., Fenton, R.K., Guichon, P.T. & Janzen, E.D. (2008). Microbiological and histopathological findings in cases of fatal bovine respiratory disease of feedlot cattle in Western Canada. *The Canadian Veterinary Journal*, 49 (5), 473-481.
- Buckham-Sporer, K.R., Burton, J.L., Earley, B. & Crowe, M.A. (2007). Transportation stress in young bulls alters expression of neutrophil genes important for the regulation of apoptosis, tissue remodeling, margination, and anti-bacterial function. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 118 (1-2), 19-29.
- Buckham-Sporer, K.R., Weber, P.S., Burton, J.L., Earley, B. & Crowe, M.A. (2008). Transportation of young beef bulls alters circulating physiological parameters that may be effective biomarkers of stress, *Journal of Animal Science*, 86 (6), 1325-1334.
- Buhman, M.J., Perino, L.J., Galyean, M.L., Wittum, T.E., Montgomery, T.H. & Swingle, R.S. (2000). Association between changes in eating and drinking behaviours and respiratory tract disease in newly arrived calves at a feedlot [Abstract]. *American Journal of Veterinary Research*, 61 (10), 1163-1168.
- Burdick, N.C., Carroll, J.A., Dailey, J.W., Randel, R.D., Falkenberg, S.M. & Schmidt, T.B. (2012). Development of a self-contained, indwelling vaginal temperature probe for use in cattle research. *Journal of Thermal Biology*, 37 (4), 339-343.
- Burdick, N.C., Carroll, J.A., Hulbert, L.E., Dailey, J.W., Willard, S.T., Vann, R.C., Welsh Jr., T.H. & Randel, R.D. (2010). Relationships between temperament and transportation with rectal temperature and serum concentrations of cortisol and epinephrine in bulls. *Livestock Science*, 129 (1), 166-172.
- Burdick, N.C., Carroll, J.A., Randel, R.D., Willard, S.T., Vann, R.C., Chase Jr., C.C., Lawhon, S.D., Hulbert, L.E. & Welsh Jr., T.H. (2011a). Influence of temperament and transportation on physiological and endocrinological parameters in bulls. *Livestock Science*, 139 (3), 213-221.
- Burdick, N.C., Randel, R.D., Carroll, J.A. & Welsh Jr., T.H. (2011b). Interactions between temperament, stress, and immune function in cattle [versão electrónica]. *International Journal of Zoology*. Acedido em Maio 31, 2012, disponível em: <http://www.hindawi.com/journals/ijz/2011/373197/>.

- Burrow, H.M. & Dillon, R.D. (1997). Relationship between temperament and growth in a feedlot and commercial carcass traits in *Bos indicus* crossbreds [Abstract]. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 37 (4), 407-411.
- Callan, R.J. & Garry, F.B. (2002). Biosecurity and bovine respiratory disease [Abstract]. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 18 (1), 57-77.
- Callegari-Jacques, S. M. (2003). *Bioestatística - Princípios e aplicações*. Porto Alegre: Artmed Editora S.A.
- Carter, J.N., Meredith, G.L., Montelongo, M., Gill, D.R. Krehbiel, C.R. Payton, M.E. & Confer, A.W. (2002). Relationship of vitamin E supplementation and antimicrobial treatment with acute phase protein responses in cattle affected by naturally acquired respiratory tract disease [Abstract]. *American Journal of Veterinary Research*, 63 (8), 1111-1117.
- Casas, E & Snowden, G.D. (2008). A putative quantitative trait locus on chromosome 20 associated with bovine pathogenic disease incidence. *Journal of Animal Science*, 86 (10), 2455-2460.
- Ceciliani, F., Ceron, J.J., Eckersall, P.D. & Sauerwein, H. (2012). Acute phase proteins in ruminants. *Journal of Proteomics*, 75 (14), 4207-4231.
- Cernicchiaro, N., Renter, D.G., White, B.J., Babcock, A.H. & Fox, J.T. (2012). Associations between weather conditions during the first 45 days after feedlot arrival and daily respiratory disease risks in autumn-placed feeder cattle in the United States [Abstract]. *Journal of Animal Science*, 90 (4), 1328-1337.
- Chirase, N.K., Greene, L.W., Purdy, C.W., Loan, R.W., Auvermann, B.W., Parker, D.B., Walborg, E.F. Jr., Stevenson, D.E., Xu, Y. & Klaunig, J.E. (2004). Effect of transport stress on respiratory disease, serum antioxidant status, and serum concentrations of lipid peroxidation biomarkers in beef cattle [Abstract]. *American Journal of Veterinary Research*, 65 (6), 860-864.
- Chirase, N.K., Hutcheson, D.P. & Thompson, G.B. (1991). Feed intake, rectal temperature and serum mineral concentrations of feedlot cattle fed zinc oxide or zinc methionine and challenged with infectious bovine rhinotracheitis virus. *Journal of Animal Science*, 69 (10), 4137-4145.
- Colak, A., Polat, B., Okumus, Z., Kaya, M., Yanmaz, L.E. & Hayirli, A. (2008). Short communication: early detection of mastitis using infrared thermography in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91 (11), 4244-4248.
- Cole, N.A. & Hutcheson, D.P. (1985). Influence of prefast feed intake on recovery from feed and water deprivation by beef steers. *Journal of Animal Science*, 60 (3), 772-780.
- Confer, A.W. (2009). Update on bacterial pathogenesis in BRD [Abstract]. *Animal Health Research Reviews*, 10 (2), 145-148.
- Cooper, V.L. & Brodersen, B.W. (2010). Respiratory disease – Diagnostics of cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 26 (2), 409-416.

- Cusack, P.M. (2004). Effect of mass medication with antibiotics at feedlot entry on the health and growth rate of cattle destined for the Australian domestic market [Abstract]. *Australian Veterinary Journal*, 82 (3), 154-156.
- Cusack, P.M., McMeniman, N., & Lean, I.J. (2003). The medicine and epidemiology of bovine respiratory disease in feedlots [Abstract]. *Australian Veterinary Journal*, 81 (8), 480-487.
- Daniels, T.K., Bowman, J.G.P., Sowell, B.F., Branine, M.E. & Hubbert, M.E. (2000). Effects of metaphylactic antibiotics on behavior of feedlot calves. *The Professional Animal Science*, 16 (4), 247-253.
- Decaro, N., Campolo, M., Desario, C., Cirone, F., D'abramo, M., Lorusso, E., Greco, G., Mari, V., Colaianni, M.L., Elia, G., Martella, V. & Buonavoglia, C. (2008). Respiratory Disease Associated with Bovine Coronavirus Infection in Cattle Herds in Southern Italy. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 20 (1), 28-32.
- DeRosa, D.C., Mechor, G.D., Staats, J.J., Chengappa, M.M. & Shryock, T.R. (2000). Comparison of *Pasteurella spp.* simultaneously isolated from nasal and transtracheal swabs from cattle with clinical signs of bovine respiratory disease. *Journal of Clinical Microbiology*, 38 (1), 327-332.
- Dewell, R.D., Hungerford, L.L., Keen, J.E., Laegreid, W.W., Griffin, D.D., Rupp, G.P. & Grotelueschen, D.M. (2006) Association of neonatal serum immunoglobulin G1 concentration with health and performance in beef calves. *Journal of the American Medical Association*, 228 (6), 914-921.
- Divers, T.J. (2008). Respiratory diseases. In T.J. Divers & S.F. Peek (Eds.), *Rebhun's diseases of dairy cattle*. (2nd edition). (pp.87-111). St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier
- Duff, G.C. & Galyean, M.L. (2007). Recent advances in management of highly stressed, newly received feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 85 (3), 823-840.
- Duff, G.C., Walker, D.A., Malcom-Callis, K.J., Wiseman, M.W. & Hallford, D.M. (2000). Effects of preshipping vs. arrival medication with tilmicosin phosphate and feeding chlortetracycline on health and performance of newly received beef cattle. *Journal of Animal Science*, 78 (2), 267-274.
- Edwards, T.A. (2010). Control methods for bovine respiratory disease for feedlot cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 26 (2), 273-284.
- Eicher, S.D., Cheng, H.W., Sorrells, A.D. & Schutz, M.M. (2006). Short communication: Behavioral and physiological indicators of sensitivity or chronic pain following tail docking. *Journal of Dairy Science*, 89 (8), 3047-3051.
- Ellis, J.A. (2009). Update on viral pathogenesis in BRD [Abstract]. *Animal Health Research Reviews*, 10 (2), 149-153.
- Ellis, J.A., West, K.H., Cortese, V.S., Myers S.L., Carman, S., Martin, K.M. & Haines, D.M. (1998). Lesions and distribution of viral antigen following an experimental infection of young seronegative calves with virulent bovine virus diarrhea virus-type II. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 62 (3), 161-169.

- Faber, R., Hartwig, N., Busby, D. & BreDahl, R. (1999). The costs and predictive factors of bovine respiratory disease in standardized steer tests. A.S. Leaflet R1648 - Beef Research Report. Ames: Iowa State University Press.
- Faber, S.N., Faber, N.E., McCauley, T.C. & Ax, R.L. (2005). Case study: effects of colostrum ingestion on lactational performance. *The Professional Animal Scientist*, 21 (5), 420-425.
- Fell, L.R., Colditz, I.G., Walker, K.H. & Watson, D.L. (1999). Associations between temperament, performance and immune function in cattle entering a commercial feedlot [Abstract]. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 39 (7), 795-802.
- Fent, G.M., Fulton, R.W., Saliki, J.T., Caseltine, S.L., Lehmkuhl, H.D., Confer, A.W., Purdy, C.W., Briggs, R.E., Loan, R.W. & Duff, G.C. (2002). Bovine adenovirus serotype 7 infections in postweaning calves. *American Journal of Veterinary Research*, 63 (7), 976-978.
- Flöck, M. (2004). Diagnostic ultrasonography in cattle with thoracic disease. *The Veterinary Journal*, 167 (3), 272-280.
- Fordyce, G., Dodt, R.M., Wythes, J.R. (1988). Cattle temperaments in extensive beef herds in northern Queensland. 1. Factors affecting temperament [Abstract]. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 28 (6), 683-687.
- Fox, J. (2011). *Rcmdr: R Commander*. R package version 1.8-4. URL <http://CRAN.Rproject.org/package=Rcmdr>.
- Frank, G.H., Briggs, R.E., Duff, G.C., Loan, R.W. & Purdy, C.W. (2002). Effects of vaccination prior to transit and administration of florfenicol at time of arrival in a feedlot on the health of transported calves and detection of *Mannheimia haemolytica* in nasal secretions [Abstract]. *American Journal of Veterinary Research*, 63 (2), 251-256.
- Frank, G.H. & Duff, G.C. (2000). Effects of tilmicosin phosphate, administered before transport or at time of arrival, and feeding of chlortetracycline, after arrival in a feedlot, on *Mannheimia haemolytica* in nasal secretions of transported steers. *American Journal of Veterinary Research*, 61 (12), 1479-1483.
- Fulton, R.W., Briggs, R.E., Payton, M.E., Confer, A.W., Saliki, J.T., Ridpath, J.F., Burge, L.J. & Duff, G.C. (2004). Maternally derived humoral immunity to bovine viral diarrhoea virus (BVDV) 1a, BVDV1b, BVDV2, bovine herpesvirus-1, parainfluenza-3 virus bovine respiratory syncytial virus, *Mannheimia haemolytica* and *Pasteurella multocida* in beef calves, antibody decline by half-life studies and effect on response to vaccination. *Vaccine*, 22 (5-6), 643-649.
- Fulton, R.W., Cook, B.J., Step, D.L., Confer, A.W., Saliki, J.T., Payton, M.E., Burge, L.J., Welsh, R.D. & Blood, K.S. (2002). Evaluation of health status of calves and the impact on feedlot performance: assessment of a retained ownership program for postweaning calves. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 66 (3), 173-180.
- Fulton, R.W., Blood, K.S., Panciera, R.J., Payton, M.E., Ridpath, J.F., Confer, A.W., Saliki, J.T., Burge, L.T., Welsh, R.D., Johnson, B.J. & Reck, A. (2009). Lung pathology and infectious agents in fatal feedlot pneumonias and relationship with mortality, disease onset, and treatments. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 21 (4), 464-477.

- Fulton, R.W. & Confer, A.W. (2012). Laboratory test descriptions for bovine respiratory disease diagnosis and their strengths and weaknesses: Gold standards for diagnosis, do they exist?. *The Canadian Veterinary Journal*, 53 (7), 754-761.
- Gagea, M.I., Bateman, K.G., van Dreumel, T., McEwen, B.J., Carman, S., Archambault, M., Shanahan, R.A. & Caswell, J.L. (2006). Diseases and pathogens associated with mortality in Ontario beef feedlots. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 18 (1), 18-28.
- Galyean, M.L., Gunter, S.A. & Malcolm-Callis, K.J. (1995). Effects of arrival medication with tilmicosin phosphate on health and performance of newly received beef cattle. *Journal of Animal Science*, 73 (5), 1219-1226.
- Galyean, M.L. & Hubbert, M.E. (1995). Effects of season, health, and management on feed intake by beef cattle. In F.N. Owens (Ed.). *Symposium: Intake by Feedlot Cattle*. (pp.226-234). Stilwater, OK: Oklahoma Agriculture Experiment Station, P-942.
- Gardner, B.A., Dolezal, H.G., Bryant, L.K., Owens, F.N. & Smith, R.A. (1999). Health of finishing steers: Effects on performance, carcass traits, and meat tenderness. *Journal of Animal Science*, 77 (12), 3168-3175.
- Glass, E.J., Baxter, R., Leach, R.J. & Jann, O.C. (2012). Genes controlling vaccine responses and disease resistance to respiratory viral pathogens in cattle. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 148 (1-2), 90-99.
- 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. *The Veterinary Record*, 160 (1), 22-25.
- González-Martín, J.V., Elvira, L., Cerviño López, M., Pérez Villalobos, N., Calvo López-Guerrero, E. & Astiz, S. (2011). Reducing antibiotic use: Selective metaphylaxis with florfenicol in commercial feedlots. *Livestock Science*, 141 (2-3), 173-181.
- Grandin, T. (1997). Assessment of stress during handling and transport. *Journal of Animal Science*, 75 (1), 249-257.
- Griffin, D. (2010). Bovine pasteurellosis and other bacterial infections of the respiratory tract. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 26 (1), 57-71.
- Härtel, H., Nikunen, S., Neuvonen, E., Tanskanen, R., Kivelä, S-L., Aho, P., Soveri, T. & Saloniemi, H. (2004). Viral and bacterial pathogens in bovine respiratory disease in Finland. *Acta veterinaria scandinavica*, 45 (3-4), 193-200.
- Hick, P.M., Read, A.J., Lugton, I., Busfield, F., Dawood, K.E., Gabor, L., Hornitzky, M. & Kirkland, P.D. (2012). Coronavirus infection in intensively managed cattle with respiratory disease. *Australian Veterinary Journal*, 90 (10), 381-386.
- Higashiyama, Y., Narita, H., Nashiki, M., Higashiyama, M. & Kanno, T. (2005). Urinary cortisol levels in Japanese Shorthorn cattle before and after the start of a grazing season. *Journal of Animal Science*, 18 (10), 1430-1434.

- Hirako, T., Hisaeda, K., Izumi, K., Kurosawa, T., Hagiwara, K., Kirisawa, R. & Iwai, H. (2005). Serum cytokine levels evaluated in neonatal calves in relation to disease incidence up to 4 months after colostrum ingestion [Abstract]. *Journal of Rakuno Gakuen University Natural Science*, 29 (2), 171-175.
- Hjerpe, C.A. (1983). Clinical management of respiratory disease in feedlot cattle. *The Veterinary Clinics of North America - Large Animal Practice*, 5 (1), 119-142.
- Hodgins, D.C., Conlon, J.A. & Shewen, P.E. (2002). In K.A. Brogden & J.M. Guthmiller (Eds.), *Polymicrobial diseases*. Washington, DC: ASM Press.
- Hovinen, M., Siivonen, J., Taponen, S., Hänninen, L., Pastell, M., Aisla, A.M. & Pyörälä, S. (2008). Detection of Clinical Mastitis with the Help of a Thermal Camera. *Journal of Dairy Science*, 91 (12), 4592-4598.
- Hulbert, L.E., Carroll, J.A., Burdick, N.C., Randel, R.D., Brown, M.S. & Ballou, M.A. (2011). Innate immune responses of temperamental and calm cattle after transportation. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 143 (1-2), 66-74.
- Humblet, M.F., Coghe, J., Lekeux, P. & Godeau, J.M. (2004). Acute phase proteins assessment for an early selection of treatments in growing calves suffering from bronchopneumonia under field conditions. *Research in Veterinary Science*, 77 (1), 41-47.
- Jericho, K.W.F. & Kozub, G.C. (2004). Experimental infectious respiratory disease in groups of calves: Lobular distribution, variance, and sample size requirements for vaccine evaluation. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 68 (2), 118-127.
- Jung, C. & Bostedt, H. (2004). Thoracic ultrasonography technique in newborn calves and description of normal and pathological findings [Abstract]. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 45 (4), 331-335.
- Karp, N.A. (2010). *R commander an introduction*. Cambridge. Acedido em Jul. 15, 2012. Disponível em: <http://cran.r-project.org/doc/contrib/Karp-Rcommander-intro.pdf>
- Kastberger, G. & Stachl, R. (2003). Infrared imaging technology and biological applications. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 35 (3), 429-439.
- Kirkpatrick, J.G., Step, D.L., Payton, M.E., Richards, J.B., McTague, L.F., Saliki, J.T., Confer, A.W., Cook, B.J., Ingram, S.H. & Wright, J.C. (2008). Effect of age at the time of vaccination on antibody titers and feedlot performance in beef calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 233 (1), 136-142.
- Kleiber, M. (1975). *The fire of life: An introduction to animal genetics*. (2nd edition). New York, Huntington: Publishing Company Robert E. Krieger.
- Lathrop, S.L., Wittum, T.E., Brock, K.V., Loerch, S.C., Perino, L.J., Bingham, H.R., McCollum, F.T. & Saif, L.J. (2000). Association between infection of the respiratory tract attributable to bovine coronavirus and health and growth performance of cattle in feedlots. *American Journal of Veterinary Research*, 61 (9), 1062-1066.
- Loerch, S.C. & Fluharty, F.L. (1999). Physiological changes and digestive capabilities of newly received feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 77 (5), 1113-1119.

- Lynch, E.M., Earley, B., McGee, M. & Doyle, S. (2010). Effect of abrupt weaning at housing on leukocyte distribution, functional activity of neutrophils, and acute phase protein response of beef calves. *Veterinary Research*, 6 (1), 39.
- Macartney, J.E., Bateman, K.G. & Ribble, C.S. (2003). Health performance of feeder calves sold at conventional auctions versus special auctions of vaccinated or conditioned calves in Ontario [Abstract]. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 223 (5), 677-683.
- MacGregor, S., Smith, D., Perino, L.J. & Hunsaker, B.D. (2003). An evaluation of the effectiveness of a commercial *Mannheimia (Pasteurella) haemolytica* vaccine in a commercial feedlot. *The Bovine Practitioner*, 37 (1), 78-82.
- Mariassy, A.T., Plopper, C.G. & Dungworth, D.L. (1975). Characteristics of bovine lung as observed by scanning electron microscopy [Abstract]. *The Anatomical Record*, 183 (1), 13-25.
- Martin, L.B. (2009). Stress and immunity in wild vertebrates: Timing is everything. *General and Comparative Endocrinology*, 163 (1-2), 70-76.
- McCafferty, D.J. (2007). The value of infrared thermography for research on mammals: Previous applications and future directions. *Mammal Review*, 37 (3), 207-223.
- McNeill, J.W., Paschal, J.C., McNeill, M.S. & Morgan, W.W. (1996). Effect of morbidity on performance and profitability of feedlot steers. *Journal of Animal Science*, 74 (1), 135.
- Miles, D.G. (2009). Overview of the North American beef cattle industry and the incidence of bovine respiratory disease (BRD) [Abstract]. *Animal Health Research Reviews*, 10 (2), 101-103.
- Morck, D.W., Merrill, J.K., Thorlakson, B.E., Olson, M.E., Tonkinson, L.V. & Costerton, J.W. (1993). Prophylactic efficacy of tilmicosin for bovine respiratory tract disease [Abstract]. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 202 (2), 273-277.
- Morrow, C.J., Kolver, E.S., Verkerk, G.A. & Matthews, L.R. (2000). Urinary corticosteroids: an indicator of stress in dairy cattle. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 60, 218-221.
- Morrow, C.J., Kolver, E.S., Verkerk, G.A. & Matthews, L.R. (2002). Fecal glucocorticoid metabolites as a measure of adrenal activity in dairy cattle. *General and Comparative Endocrinology*, 126 (2), 229-241.
- 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), 2013-2019.
- Murata, H., Shimada, N. & Yoshioka, M. (2004). Current research on acute phase proteins in veterinary diagnosis: An overview. *The Veterinary Journal*, 168 (1), 28-40.
- National Research Council (1981). *Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals* [versão eletrônica]. Washington, DC: National Academy Press. Acedido em Março 17, 2012, disponível em: <http://www.nap.edu/catalog/4963.html>.

- Nikkhah, A., Plaizier, J.C., Einarson, M.S., Berry, R.J., Scott, S.L. & Kennedy, A.D. (2005). Short communication: infrared thermography and visual examination of hooves of dairy cows in two stages of lactation. *Journal of Dairy Science*, 88 (8), 2749-2753.
- Nkrumah, J.D., Crews Jr., D.H., Basarab, J.A., Price, M.A., Okine, E.K., Wang, Z., Li, C. & Moore, S.S. (2007). Genetic and phenotypic relationships of feeding behavior and temperament with performance, feed efficiency, ultrasound, and carcass merit of beef cattle. *Journal of Animal Science*, 85 (10), 2382-2390.
- Noffsinger, T. & L. Locatelli. (2004). Low-stress cattle handling: An overlooked dimension of management [versão electrónica]. *Proc. Meeting Academy of Veterinary Consultants*, 32 (2), 65-78. Acedido em Dezembro 20, 2012, disponível em: <http://fyi.uwex.edu/animalhusbandryconference/files/2010/03/Low-Stress-Cattle-Handling.pdf>.
- Oliphint, R.A. (2006). *Evaluation of the inter-relationships of temperament, stress responsiveness and immune function in beef calves*. M.S. Thesis. Texas: A&M University, College Station.
- Palme, R., Robia, C., Baumgartner, W. & Möstl, E. (2000). Transport stress in cattle as reflected by an increase in faecal cortisol metabolite concentrations [Abstract]. *The Veterinary Record*, 146 (4), 108-109.
- Panciera, R.J. & Confer, A.W. (2010). Pathogenesis and pathology of bovine pneumonia. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 26 (2), 191-214.
- Patel, J.R. (2005). Characteristics of live bovine herpesvirus-1 vaccines. *The Veterinary Journal*, 169 (3), 404-416.
- Pereira, C. (2011). *Relação entre temperamento, níveis de cortisol plasmático e cortisol salivar em vitelos à entrada na engorda e susceptibilidade a doença respiratória bovina*. Tese de Mestrado em Clínica de Espécies Pecuárias. Lisboa: Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade de Lisboa.
- Perino, L.J. (1996). Immunology and prevention of bovine respiratory disease. *Bovine Respiratory Disease, Sourcebook for the Veterinary Professional*. (pp.18-32). Trenton (NJ): Veterinary Learning Systems Co, Inc.
- Perino, L.J. & Hunsaker, B.D. (1997). A review of bovine respiratory diseases vaccine field efficacy. *The Bovine Practitioner*, 31 (1), 59-66.
- Petherick, J.C., Doogan, V.J., Venus, B.K., Holroyd, R.G. & Olsson, P. (2009). Quality of handling and holding yard environment, and beef cattle temperament: 2. Consequences for stress and productivity. *Applied Animal Behaviour Science*, 120 (1-2), 28-38.
- 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), 3579-3589.
- 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), 3525-3532.

- R Development Core Team (2011). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>
- Radostits, O.M., Gay, C.C., Blood, D.C. & Hinchcliff, K. W. (2002). *Clínica veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos*. (9ª edição). Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A..
- Rainwater-Lovett, K., Pacheco, J.M., Packer, C. & Rodriguez, L.L. (2009) Detection of foot-and-mouth disease virus infected cattle using infrared thermography. *The Veterinary Journal*, 180 (3), 317-324.
- Reef, V.B., Boy, M.G., Reid, C.F. & Elser, A. (1991). Comparison between diagnostic ultrasonography and radiography in the evaluation of horses and cattle with thoracic disease: 56 cases (1984-1985) [Abstract]. *Journal of the American Medical Association*, 198 (12), 2112-2118.
- Reuter, R.R, Carroll, J.A., Hulbert, L.E., Dailey J.W. & Galyean, M.L. (2010). Technical note: Development of a self-contained, indwelling rectal temperature probe for cattle research. *Journal of Animal Science*, 88 (10), 3291-3295.
- Richeson, J.T., Beck, P.A., Gadberry, M.S., Gunter, S.A., Hess, T.W., Hubbell III, D.S. & Jones, C. (2008). Effects of on-arrival versus delayed modified live virus vaccination on health, performance, and serum infectious bovine rhinotracheitis titers of newly received beef calves. *Journal of Animal Science*, 86 (4), 999-1005.
- Richeson, J.T., Powell, J.G., Kegley, E.B. & Hornsby, J.A. (2011). Beef production and management: Evaluation of an ear-mounted tympanic thermometer device for bovine respiratory disease diagnosis [versão electrónica]. *Arkansas Animal Science Department Report*, 40-42. Acedido em Março 21, 2013, disponível em: <http://arkansasagnews.uark.edu/597-8.pdf>.
- Robinson, N.E. (2004). Função Respiratória. In J.G. Cunningham, *Tratado de Fisiologia Veterinária*. (3ª Edição). (pp.481), Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A.
- Roeber, D.L., Speer, N.C., Gentry, J.G., Tatum, J.D., Smith, C.D., Whittier, J.C., Jones, G.F., Belk, K.E. & Smith, G.C. (2001). Feeder cattle health management: Effects on morbidity rates, feedlot performance, carcass characteristics, and beef palatability. *The Professional Animal Science*, 17 (1), 39-44.
- Rose-Dye, T.K., Burciaga-Robles, L.O., Krehbiel, C.R., Step, D.L., Fulton, R.W., Confer, A.W. & Richards, C.J. (2011). Rumen temperature change monitored with remote rumen temperature boluses after challenges with bovine viral diarrhea virus and *Mannheimia haemolytica*. *Journal of Animal Science*, 89 (4), 1193-1200.
- Saif, L.J. (2010). Bovine respiratory coronavirus [Abstract]. *Veterinary Clinics of North America: Food Anim Practice*, 26(2), 349-364.
- Schaefer, A.L., Cook, N.J., Church, J.S., Bararab, 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. *Veterinary Science*, 83 (3), 376-384.

- Schaefer, A.L., Cook, N.J., Bench, C., Chabot, J.B., Colyn, J., Liu, T., Okine, E.K., Stewart, M. & Webster, J.R. (2011). The non-invasive and automated detection of bovine respiratory disease onset in receiver calves using infrared thermography. *Research in Veterinary Science*, 93 (2), 928-935.
- Schaefer, A.L., Cook, N.J., Tessaro, S.V., Deregts, D., Desroches, G., Dubeski, P.L., Tong, A.K.W. & Godson, D.L. (2004). Early detection and prediction of infection using infrared thermography. *Canadian Journal of Animal Science*, 84 (1), 73-80.
- Schaefer, A.L., Jones, S.D.M., Tong, A.K.W. & Vincent, B.C. (1988). The effects of fasting and transportation on beef cattle. 1. Acid-base-electrolyte balance and infrared heat loss of beef cattle [Abstract]. *Livestock Production Science*, 20 (1), 15-24.
- Schneider, M.J., Tait Jr, 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), 1821-1827.
- Schunicht, O.C., Booker, C.W., Jim, G.K., Guichon, P.T., Wildman, B.K. & Hill, B.W. (2003). Comparison of a multivalent viral vaccine program versus a univalent viral vaccine program on animal health, feedlot performance, and carcass characteristics of feedlot calves. *The Canadian Veterinary Journal*, 44 (1), 43-50.
- Scott, P.R. (1998). Ultrasonographic examination of the bovine thorax. *Cattle Practice*, 6 (2), 151-153.
- Sharon, K.P., Duff, G.C., Paterson, J.A., Dailey, J.W., Carroll, J.A. & Marceau, E.A. (2013). Case Study: Effects of timing of a modified-live respiratory viral vaccination on performance, feed intake, antibody titer response, and febrile response of beef heifers [Abstract]. *Professional Animal Scientist*, 29 (3), 3307-3312.
- Smith, R.A. (1998). Impact of disease on feedlot performance: a review. *Journal of Animal Science*, 76 (1), 272-274.
- Snowder, G.D., Van Vleck, L.D., Cundiff, L.V. & Bennett, G.L. (2005). Influence of breed, heterozygosity, and disease incidence on estimates of variance components of respiratory disease in preweaned beef calves. *Journal of Animal Science*, 83 (6), 1247-1261.
- Snowder, G.D., Van Vleck, L.D., Cundiff, L.V. & Bennett, G.L. (2006). Bovine respiratory disease in feedlot cattle: Environmental, genetic and economic factors. *Journal of Animal Science*, 84 (8), 1999-2008.
- Snowder, G.D., Van Vleck, L.D., Cundiff, L.V., Bennett, G.L., Koohmaraie, M & Dikeman, M.E. (2007). Bovine respiratory disease in feedlot cattle: Phenotypic, environmental, and genetic correlations with growth, carcass, and longissimus muscle palatability traits. *Journal of Animal Science*, 85 (8), 1885-1892.
- Sowell, B.F., Bowman, J.G.P, Branine, M.E. & Hubbert, M.E. (1998). Radio frequency technology to measure feeding behavior and health of feedlot steers. *Applied Animal Behaviour Science*, 59 (4), 277-284.

- Sowell, B.F., Branine, M.E., Bowman, J.G., Hubbert, M.E., Sherwood, H.E. & Quimby, W. (1999). Feeding and watering behavior of healthy and morbid steers in a commercial feedlot. *Journal of Animal Science*, 77 (5), 1105-1112.
- Stewart, M., Stafford, K.J., Dowling, S.K., Schaefer, A.L. & Webster, J.R. (2008). Eye temperature and heart rate variability of calves disbudded with or without local anaesthetic. *Physiology & Behavior*, 93 (4-5), 789-797.
- Stewart, M., Stookey, J.M., Stafford, K.J., Tucker, C.B., Rogers, A.R., Dowling, S.K., Verkerk, G.A., Schaefer, A.L. & Webster, J.R. (2009). Effects of local anesthetic and a non-steroidal anti-inflammatory drug on pain responses of dairy calves to hot-iron dehorning [Abstract]. *Journal of Dairy Science*, 92 (4), 1512-1519.
- Stewart, M., Webster, J.R., Schaefer, A.L., Cook, N.J. & Scott, S.L. (2005). Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare. *Animal Welfare*, 14, 319-325.
- Stewart, M., Webster, J.R., Stafford, K.J., Schaefer, A.L. & Verkerk, G.A. (2010). Technical note: Effects of an epinephrine infusion on eye temperature and heart rate variability in bull calves [Abstract]. *Journal of Dairy Science*, 93 (11), 5252-5257.
- Stilwell, G. & Matos, M. (2004). Doença respiratória bovina. Pfizer Saúde Animal. Belgráfica.
- Stilwell, G., Matos, M. & Carolino, N. (2007). A seroprevalência de anticorpos contra quatro vírus respiratórios em vacadas de carne do Ribatejo. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 102 (561-562), 97-105.
- Stilwell, G. Dados não publicados. Agosto 2012.
- Stokes, J.E., Leach, K.A., Main, D.C.J. & Whay, H.R. (2012). An investigation into the use of infrared thermography (IRT) as a rapid diagnostic tool for foot lesions in dairy cattle. *The Veterinary Journal*, 193 (3), 674-678.
- Stokka, G.L. (2010). Prevention of respiratory disease in cow/calf operations. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 26, 229-241.
- Swanson, J.C. & Morrow-Tesch, J. (2001). Cattle transport: Historical, research, and future perspectives. *Journal of Animal Science*, 79 (E), 102-109.
- Taylor, J.D., Fulton, R.W., Lehenbauer, T.W., Step, D.L. & Confer, A.W. (2010a). The epidemiology of bovine respiratory disease: What is the evidence for predisposing factors?. *The Canadian Veterinary Journal*, 51 (10), 1095-1102.
- Taylor, J.D., Fulton, R.W., Lehenbauer, T.W., Step, D.L. & Confer, A.W. (2010b). The epidemiology of bovine respiratory disease: What is the evidence for preventive measures?. *The Canadian Veterinary Journal*, 51 (12), 1351-1359.
- Thomson, D.U. & White, B.J. (2006). Backgrounding beef cattle [Abstract]. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 22 (2), 373-398.
- Thompson, P.N., Stone, A. & Schultheiss, W.A. (2006). Use of treatment records and lung lesion scoring to estimate the effect of respiratory disease on growth during early and late finishing periods in South African feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 84 (2), 488-498.

- Timsit, E., Assié, S., Quiniou, R., Seegers, H. & Bareille, N. (2011a). Early detection of bovine respiratory disease in young bulls using reticulo-rumen temperature boluses. *The Veterinary Journal*, 190 (1), 136-142.
- Timsit, E., Bareille, N., Seegers, H., Lehebel, A. & Assié, S. (2011b). Visually undetected fever episodes in newly received beef bulls at a fattening operation: occurrence, duration, and impact on performance [Abstract]. *Journal of Animal Science*, 89 (12), 4272-4280.
- Tyzard, I.R. (2004). *Veterinary immunology: An introduction*. (7th edition). Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Verkerk, G.A., Phipps, A.M., Carragher, J.F., Matthews, L.R. & Stelwagen, K. (1998). Characterization of milk cortisol concentrations as a measure of short-term stress responses in lactating dairy cows [Abstract]. *Animal Welfare*, 7 (1), 77-86.
- Vogel, G.J., Laudert, S.B., Zimmerman, A., Guthrie, C.A., Mechor, G.D. & Moore, G.M. (1998). Effects of tilmicosin on acute undifferentiated respiratory tract disease in newly arrived feedlot cattle [Abstract]. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 212 (12), 1919-1924.
- Voisinet, B.D., Grandin, T., Tatum, T.D., O'Connor, S.F., Struthers (1997). Feedlot cattle with calm temperaments have greater average daily gains than cattle with excitable temperaments. *Journal of Animal Science*, 75 (4), 892-896.
- Wallmann, J. (2006). Monitoring of antimicrobial resistance in pathogenic bacteria from livestock animals. *International Journal of Medical Microbiology*, 296 (41), 81-86.
- Watts, J.L. & Sweeney, M.T. (2010). Antimicrobial resistance in bovine respiratory disease pathogens: measures, trends, and impact on efficacy [Abstract]. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 26 (1), 79-88.
- Welsh, R.D., Dye, L.B., Payton, M.E. & Confer, A.W. (2004). Isolation and antimicrobial susceptibilities of bacterial pathogens from bovine pneumonia: 1994-2002. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 16 (5), 426-431.
- White, B.J. & Renter, D.G. (2009). Bayesian estimation of the performance of using clinical observations and harvest lung lesions for diagnosing bovine respiratory disease in post-weaned beef calves. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 21 (4), 446-453.
- Wittum, T.E. & Perino L.J. (1995). Passive immune status at postpartum hour 24 and long-term health and performance of calves [Abstract]. *American Journal of Veterinary Research*, 56 (9), 1149-1154.
- Wittum, T.E., Woolen, N.E., Perino, L.J. & Littledike, E.T. (1996a). Relationships among treatment for respiratory tract disease, pulmonary lesions evident at slaughter, and rate of weight gain in feedlot cattle [Abstract]. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 209 (4), 814-818.
- Wittum, T.E., Young, C.R., Stanker, L.H., Griffin, D.D., Perino, L.J. & Littledike, E.T. (1996b). Haptoglobin response to clinical respiratory tract disease in feedlot cattle [Abstract]. *American Journal of Veterinary Research*, 57 (5), 646-649.

- Woolums, A.R. (2007). Vaccinating calves: new information on the effects of maternal immunity [Abstract]. In R.A. Smith (Ed.), *Proceedings of the Fortieth Annual Conference, American Association of Bovine Practitioners*. (pp.10-17). Vancouver, British Columbia, Canada: American Association of Bovine Practitioners.
- Woolums, A.R. (2012). *Vaccination to control bovine respiratory disease*. Acedido em Junho 15, 2013, disponível em: <http://conservancy.umn.edu/bitstream/141762/1/Woolums2.pdf>.
- World Health Organization (WHO) (2012). *Antimicrobial resistance*, Fact sheet nº194. Acedido em Dezembro 20, 2012, disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs194/en/>.
- Worrell, M.A., Clanton, D.C. & Calkins, C.R. (1987). Effects of weight at castration on steer performance in the feedlot. *Journal of Animal Science*, 64 (2), 343-347.
- Zimmerman, A.D., Boots, R.E., Valli, J.L. & Chase, C.C.L. (2006). Evaluation of protection against virulent bovine viral diarrhoea virus type 2 in calves that had maternal antibodies and were vaccinated with a modified-live vaccine. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 228 (11), 1757-1761.
- Zweig, M.H. & Campbell, G. (1993). Receiver operating characteristic (ROC) plots: a fundamental evaluation tool in clinical medicine. *Clinical Chemistry*, 39 (4), 561-577.