

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

**U** LISBOA

UNIVERSIDADE  
DE LISBOA



INFLUÊNCIA DO STRESS TÉRMICO NAS DOENÇAS PÓS-PARTO

JULIANA GUARDA ANTUNES

ORIENTADOR(A): Doutor José Ricardo Dias  
Bexiga

TUTOR(A): Dr. Dário Alexandre de Sá Guerreiro

2022

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

**U** LISBOA

UNIVERSIDADE  
DE LISBOA



INFLUÊNCIA DO STRESS TÉRMICO NAS DOENÇAS PÓS-PARTO

JULIANA GUARDA ANTUNES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

JÚRI PRESIDENTE: Doutor George Thomas  
Stilwell

VOGAIS:

Doutor José Pedro da Costa Cardoso de  
Lemos

Doutor José Ricardo Dias Bexiga

ORIENTADOR(A): Doutor José Ricardo  
Dias Bexiga

TUTOR(A): Dr. Dário Alexandre de Sá  
Guerreiro

2022

## DECLARAÇÃO RELATIVA ÀS CONDIÇÕES DE REPRODUÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Nome: Juliana Guarda Antunes

Título da Tese ou Dissertação: Influência do stress térmico nas doenças pós-parto

Ano de conclusão (indicar o da data da realização das provas públicas): 2022

Designação do curso de Mestrado ou de Doutoramento: Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

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

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

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

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

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

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

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

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

\* Indique o motivo do embargo (OBRIGATÓRIO)

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

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

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, 31 de março de 2022

(indicar aqui a data da realização das provas públicas)

Assinatura: Juliana Guarda Antunes

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Ricardo Bexiga, pelo apoio, paciência, preocupação e disponibilidade constantes durante o desenvolvimento deste trabalho. Um verdadeiro exemplo de profissionalismo e método sempre com uma simpatia e alegria contagiantes.

À minha família, pelo exemplo de determinação, foco, empenho, determinação e coragem, por serem o porto seguro nos momentos de maior cansaço e dificuldade, dando sempre a “palavra” certa no momento mais oportuno. Aos avós Lucinda e Manuel que sempre me apoiaram nesta longa caminhada e aos que não estando entre nós ocupam um espaço enorme no meu coração e serão sempre as minhas estrelinhas (Delfina, Maria, Quitas e António). À tia Gracinda que com todo o seu amor, carinho e amizade consola qualquer coração.

Aos meus amigos que tornaram todo este caminho possível e sem os quais não teria sido, certamente, a mesma coisa.

À AEFMV por ter posto no meu caminho pessoas que levo para a vida, que não sendo de sangue se tornaram a “família que escolhi”.

Ao Dr João Paisana e Dra Fernanda Machado por tudo o que me ensinaram e pela amizade que se criou num já saudoso mês de agosto na De Levie - agriculture produce portugal lda. A toda a equipa da Barão&Barão pela disponibilidade para me receberem e por todo o apoio no desenvolvimento deste trabalho, em especial ao Dr Pedro Castro por todo o tempo dedicado e boa disposição, bem como a toda a família Barão que sempre me trataram como se um membro da mesma me tratasse. Ao Dr. Dário Guerreiro e Dr. André Parada pela partilha de conhecimento, enorme amizade e diversão a cada dia de estágio.

À família Rocha que tão bem me recebeu num novo desafio, em especial ao Carlos que acompanhou mais de perto toda a minha evolução enquanto pessoa e profissional, um verdadeiro exemplo de dedicação e resiliência.

## RESUMO

As vacas leiteiras sujeitas a stress térmico apresentam uma diminuição da ingestão de matéria seca (IMS), uma diminuição da produção de leite e alterações ao nível do seu metabolismo que culminam na ineficiência da produção leiteira. Da mesma forma, vitelos que experimentaram condições de stress térmico numa fase final de gestação demonstram modificações imunológicas, metabólicas e de desempenho, que se refletem ao longo das suas vidas por reduzirem o seu potencial produtivo.

Com este trabalho pretendeu-se avaliar o custo-benefício da instalação de mecanismos de arrefecimento no parque destinado à estabulação de vacas secas bem como a identificação de possíveis influências do stress térmico na ingestão de matéria seca no periparto, prevalência de doença, taxa de refugo e incidência de mortalidade em vacas no pós-parto, bem como na quantidade e qualidade do colostro produzido e incidência de doenças em vitelos até ao desmame.

O estudo contemplou dados recolhidos na exploração Barão & Barão Lda., destinada à produção leiteira. No parque das vacas secas foi instalado um sistema de arrefecimento, em funcionamento desde julho de 2020 a outubro do mesmo ano. A recolha de dados teve por base os registos de janeiro de 2019 a agosto de 2021 e incluíam temperatura em graus Celsius, humidade relativa em percentagem e índice de temperatura e humidade (THI) diários, calculado de forma automática recorrendo ao software Excel® onde eram feitos os registos. Os valores de IMS em Kg/dia eram calculados a partir dos valores conhecidos das quantidades colocadas subtraindo o que sobrava na manjedoura e foram contemplados valores entre setembro de 2019 e dezembro de 2020. Foram também extraídas listagens, que incluíram dois períodos, setembro a dezembro de 2019 e os meses homólogos de 2020 através do programa de gestão da exploração, Dairy Plan 5.3®, que permitiu a obtenção de todos os registos do efetivo total, animais em produção, número de vacas secas, quantidade de colostro em litros e qualidade em % Brix. Estas listagens incluíram ainda a incidência de doenças no pós-parto bem como em vitelos, refugo e mortalidade dos animais e sua causa.

Os resultados obtidos demonstraram que vacas não sujeitas a stress térmico por alturas do ano em que este não se manifesta ou por ação de arrefecimento artificial, apresentaram em média, maiores ingestões de matéria seca, com um aumento de 5,1 % quando foi fornecido arrefecimento. Foram ainda menores as incidências de deslocamento de abomaso, com uma diminuição em 2,58 % para aumento de 1 kg na IMS no mês anterior ao parto e a percentagem de abortos. A quantidade de colostro produzido demonstrou uma correlação negativa significativa com o mês do ano ( $r=-0,644$ ,  $p=0,007$ ) e positiva com o número de dias em stress térmico nos 21 dias que antecedem o parto ( $r=0,516$ ,  $p=0,041$ ) Além disso, a análise custo-benefício revelou que o retorno do investimento, na exploração em estudo, ocorreu em cerca de 346 dias de funcionamento.

**Palavras-Chave:** Stress Térmico; Ingestão de Matéria Seca; Índice de Temperatura e Humidade; Arrefecimento Artificial; Custo-Benefício.

## **ABSTRACT**

Dairy cows subjected to heat stress exhibit a decrease in dry matter intake (DMI), a decrease in milk production and changes in the level of their metabolism that culminate in inefficient milk production. Similarly, calves that experienced heat stress conditions at a late stage of gestation demonstrate several immunological, metabolic and performance modifications, which are reflected throughout their lives by reducing their productive potential.

This study aimed to evaluate the cost-benefit of installing cooling mechanisms in dry cow housing and to identify possible influences of heat stress on peripartum dry matter intake, disease incidence, culling and mortality rate in postpartum cows as well as on colostrum quantity and quality and calf disease incidence until weaning.

The study covered the data collected in a farm, Barão & Barão Lda, for dairy production. In the dry cow barn, a cooling system was installed and started operating in July 2020 and was turned off in October of the same year. Data collection was based on records from January 2019 to August 2021 and included temperature in degrees Celsius, relative humidity in percentage and daily temperature-humidity index (THI), calculated automatically by the program itself. The DMI values in Kg/day was recorded from the known values of the daily feeding supply and the values from September 2019 to December 2020 were included. Listings that allowed obtaining records for the total herd regarding number of productive animals, number of dry cows, colostrum volume in liters and quality in % Brix were also extracted, including the months of September to December 2019 and 2020, through the farm management program, Dairy Plan 5.3®. These listings also included the incidence of cows' diseases in the postpartum period as well as in calves, culling and mortality of animals and its causes.

The results obtained regarding the existence of heat stress, showed that cows that were not heat stressed, whether due to the weather conditions or by action of artificial cooling, presented, on average, higher dry matter intakes, with an increase of 5,1% when cooling was provided. There were also lower incidences of abomasum displacement, with a decrease of 2,58 % for every kg increase in DMI in the month prior to calving and a lower percentage of abortions. The amount of colostrum produced showed a significant negative correlation with the month of the year ( $r=-0,644$ ,  $p=0,007$ ) and positive with the number of days in heat stress in the 21 days prior to calving ( $r=0,516$ ,  $p=0,041$ ). Furthermore, with the cost-benefit analysis, the return on investment in the farm under study occurred in about 346 days of operation.

**Key words:** Heat Stress; Dry Matter Intake; Temperature and Humidity Index; Artificial Cooling; Cost-benefit.



## ÍNDICE GERAL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR .....	1
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
1. Período de transição e principais doenças associadas.....	3
2. Custos associados às doenças no pós-parto .....	5
4. Regulação térmica.....	8
4.1. Regulação da temperatura corporal em vacas .....	8
4.2. Termogênese fetal e termorregulação.....	9
5. Stress térmico .....	9
5.1. Efeitos do stress térmico sobre as vacas secas na produção leiteira.....	10
5.2. Efeitos do stress térmico no metabolismo .....	12
5.3. Efeitos do stress térmico na imunocompetência.....	13
5.4. Efeitos do stress térmico na reprodução, gestação e momento do parto .....	15
6. Importância do colostro.....	17
6.1. Indicadores a avaliar.....	19
7. Doenças mais comuns em vitelos até ao desmame .....	20
7.1. Diarreia neonatal.....	20
7.2. Doença respiratória.....	21
8. Controlo da temperatura ambiente e mecanismos de climatização.....	23
8.1. Mecanismos de arrefecimento.....	24
8.2. Efeitos da utilização de mecanismos de arrefecimento durante o período seco ..	26
9. Custos associados à instalação de sistemas de arrefecimento .....	28
OBJETIVO .....	29
MATERIAIS E MÉTODOS .....	29
Descrição da Exploração.....	29
Recolha de informação .....	31
Análise Estatística.....	33
RESULTADOS.....	34
1. THI registados na exploração 2019, 2020 e 2021 .....	34
1.1. Classificação dos meses em estudo em função das condições THI .....	36
2. IMS no pré-parto .....	37
3. IMS no pré-parto e doenças pós-parto.....	39
4. Correlações entre doenças.....	41
5. Doenças e condições de stress térmico.....	41
6. Quantidade e qualidade do colostro.....	43
7. Custos envolvidos no caso de estudo .....	45
8. Custo-Benefício da aplicação de sistemas de arrefecimento.....	46

<b>DISCUSSÃO</b> .....	47
<b>IMS Pré-parto</b> .....	47
<b>IMS e doenças no pós-parto</b> .....	48
<b>Stress térmico e doenças no pós-parto</b> .....	48
<b>Quantidade e qualidade de colostro</b> .....	49
<b>CONCLUSÃO</b> .....	50
<b>ANEXOS</b> .....	55

## Índice de figuras

<b>Figura 1 - Tabela THI (adaptado Jubb and Perkins 2015)</b> .....	10
<b>Figura 2 - Refratômetro digital Brix</b> .....	19
<b>Figura 3 - Avaliação da DRB com recurso a sistema de pontos (adaptado Young 2019)</b> .....	23
<b>Figura 4 - Estábulo de vacas secas com sistema de arrefecimento (foto original 27.05.2021)</b> .....	26
<b>Figura 5 - Ventiladores instalados no parque de pré-parto (foto original)</b> .....	30
<b>Figura 6 - Ventiladores instalados no parque das vacas secas (foto original)</b> .....	31
<b>Figura 7 - Gráfico de distribuição dos THI diários na Exploração Barão &amp; Barão em 2019</b> ...	35
<b>Figura 8 - Gráfico de distribuição dos THI diários na Exploração Barão &amp; Barão em 2020</b> ...	35
<b>Figura 9 - Gráfico de distribuição dos THI diários na Exploração Barão &amp; Barão em 2021</b> ...	35
<b>Figura 10 - Variação da qualidade (% BRIX) e quantidade (L) do colostro ao longo dos meses</b> .....	43
<b>Figura 11 - Qualidade e quantidade de colostro</b> .....	44

## Índice de tabelas

<b>Tabela 1 - Análise do THI de janeiro de 2019 a agosto de 2021</b> .....	34
<b>Tabela 2 - Classificação dos meses estudo em função das condições térmicas diárias na vacaria</b> .....	36
<b>Tabela 3 - Descritivos de IMS pré-parto (Kg/vaca/dia) por mês em estudo.</b> .....	38
<b>Tabela 4 - Descritivos de IMS Pré-Parto (Kg/vaca/dia) por condições térmicas na vacaria</b> ...	39
<b>Tabela 5 - Correlações entre IMS no mês pré-parto e doenças no pós-parto em vacas e vitelos em função do número de partos</b> .....	40
<b>Tabela 6 - Regressão linear simples – média da IMS no Pós-Parto (Kg) como preditor da percentagem de vacas com cetose</b> .....	41
<b>Tabela 7 - Correlações entre doenças nas vacas</b> .....	41
<b>Tabela 8 - Descritivos e comparação de incidência de doenças em vacas e vitelos por condições de stress no mês anterior ao parto</b> .....	42
<b>Tabela 9 - Quantidade e qualidade do colostro das 648 vacas analisadas</b> .....	43
<b>Tabela 10 - Correlações estatisticamente significativas - registos médios nos 16 meses em estudo</b> .....	44
<b>Tabela 11 - Custos comparados das doenças no pós-parto em setembro e outubro de 2019 e 2020</b> .....	45
<b>Tabela 12 - Estimativa de retorno ao investimento</b> .....	47

## Lista de siglas e abreviaturas

ADS/OPP - Serviços de sanidade animal  
AGNE - Ácidos gordos não esterificados  
BCoV – Coronavírus bovino  
BEN – Balanço energético negativo  
BHB - Beta--Hidroxibutirato  
BHV-1 - Herpesvírus bovino tipo 1  
BRV - Rotavírus bovino  
BVDV – Vírus da diarreia viral bovina  
CC – Condição corporal  
CV – Coeficiente de variação  
DAE – Deslocamento de abomaso à esquerda  
DEL – Dias em leite  
DP – Desvio padrão  
DRB – Doença respiratória bovina  
GMD - Ganho médio diário  
HR - Humidade relativa  
IEP - Intervalo entre partos  
Ig – Imunoglobulina  
IMS - Ingestão de matéria seca  
ETEC – *E.coli* enterotoxinogénica  
FDN – Fibra detergente neutro  
PCR - Reação em cadeia da polimerase  
PGF2 $\alpha$  – Prostaglandina 2 $\alpha$   
PI3 - Vírus da parainfluenza-3  
PRL – Prolactina  
PRLR - Gene responsável pela codificação do recetor da prolactina  
RP – Retenção placentária  
RPM - Respirações por minuto  
T - Temperatura  
VPL – Valor presente líquido  
VLB - Vírus da leucemia bovina  
VRSB - Vírus respiratório sincicial bovino  
ELISA - Teste de imunoabsorção enzimática  
PCR - Reação em cadeia da polimerase

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR

O estágio contemplou um período de 2 meses na Exploração Barão e Barão com início no dia 1 de setembro e data de término a 30 de outubro de 2020 bem como 2,5 meses na Sá Guerreiro Lda., de 2 de novembro a 13 de janeiro de 2021.

A exploração Barão e Barão, Lda. dedica-se essencialmente à produção leiteira de vacas e cabras, possuindo um efetivo que ronda as 550 vacas de raça *Holstein Friesian* com cerca de 500 animais em ordenha e 1600 caprinos de raça Alpina e Saanen com aproximadamente 1000 cabras em ordenha. Noutra herdade, pertencente à mesma empresa e localizada na freguesia da Azervadinha, encontram-se cerca de 850 animais de aptidão carne na sua maioria de raça Limousine e cruzados de Charolês bem como a recria de machos *Holstein Friesian* e fêmeas freemartin destinados ao abate para consumo humano por volta dos 8 meses de idade e fêmeas *Holstein Friesian* desde os 150 dias de idade até 2 meses antes da data prevista de parto.

A coordenação e orientação das atividades realizadas foi da responsabilidade do Dr. Pedro Castro, acompanhando toda a rotina diária na exploração. As atividades realizadas durante o tempo de estágio incluíram todo o maneio efetuado numa exploração leiteira em regime intensivo ao nível de alimentação, ordenha e deteção de cio bem como:

- Clínica de espécies pecuárias: diagnóstico e tratamento de pneumonias, retenções placentárias, diarreias neonatais, prolapso uterino, queratoconjuntivite infecciosa bovina, metrites, mastites, cetoses, acidoses, patologias podais, entre outros;
- Reprodução em bovinos de leite e carne: diagnósticos de gestação, partos, manobras obstétricas, palpções retais e ultrassonografia para diagnóstico de gestação e avaliação de involução uterina;
- Auxílio na preparação e realização de cirurgias em ruminantes: episiotomia, cesariana em cabras;
- Resolução de partos distócicos em vacas e cabras;
- Saneamento em bovinos: prova de tuberculinização (pré-movimentação);
- Vacinação e desparasitação de bovinos e caprinos;
- Recolha de sangue em vitelos para medição de proteínas totais;
- Colocação de marcas auriculares em vitelos e aplicação de kits de identificação oficial em cabritos.

No decorrer de todas estas tarefas a autora teve a oportunidade de desenvolver componentes práticas inerentes a toda a logística e rotina existentes numa exploração destinada à produção de leite bem como as que são realizadas em animais de aptidão carne como a execução de

diagnósticos de gestação e clínicos, realização de exames complementares, cálculo de doses de medicamentos, administração de fluidoterapia, administração de medicamentos por vias oral, subcutânea, intramuscular, endovenosa e intrauterina.

Durante o estágio na Sá Guerreiro Lda., sob a supervisão dos Drs. Dário Guerreiro e André Parada, foram realizadas ações na área clínica, cirúrgica, reprodutiva e de sanidade animal, atuando sobretudo na região da Península de Setúbal.

As atividades realizadas durante o tempo de estágio incluíram:

- Clínica de espécies pecuárias: doença gastrointestinal, respiratória, podal, ocular com oportunidade de realização de exame físico assim como discussão do diagnóstico mais provável e tratamento mais apropriado. A nível cirúrgico, auxiliou-se a realização de cesarianas, correção de prolapsos uterinos, realização de castrações, descornas e ainda piloropexia em deslocamentos de abomaso à esquerda e à direita. Foram ainda tratadas várias feridas e abscessos.
- Reprodução em bovinos de leite e carne: partos, tratamento de infeções uterinas e retenções placentárias, exames andrológicos e diagnósticos de gestação.
- Atividades sanitárias: desparasitações, vacinações, testes de pré movimentação e saneamentos, tanto em explorações leiteiras, como em explorações de gado de carne. Os saneamentos foram realizados em conjunto com os Serviços de Sanidade Animal (ADS/OPP) da Península de Setúbal e de Coruche.
- Clínica de animais de companhia: vacinação, desparasitação, colocação do chip de identificação, tratamento de feridas e casos clínicos diversos.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1. Período de transição e principais doenças associadas

Segundo Baez (2019), o período de transição em bovinos leiteiros contempla as 3 semanas antes e estende-se às 3 semanas que se seguem ao parto e é neste período que se dão inúmeras adaptações fisiológicas e metabólicas que preparam o momento do parto e início da lactação. O crescimento do vitelo numa fase final de gestação bem como o início da lactogénese constituem um acréscimo na exigência energética que muitas vezes não é suprida por todas estas adaptações da fêmea gestante, conduzindo a desequilíbrios metabólicos e constituindo um fator de risco para o desenvolvimento de doença nas semanas que se seguem ao parto (Baez, 2019). A diferença entre energia necessária e energia consumida acaba por desencadear um balanço energético negativo (BEN) (Marques 2013).

Durante os últimos 60 dias de gestação, a capacidade do rúmen vê-se reduzida em cerca de 20% devido ao maior crescimento fetal e conseqüente volume por ele ocupado na cavidade abdominal, a que acresce o considerável aumento das necessidades energéticas e proteicas do feto e do útero, que correspondem a cerca de 40% da glucose materna (Marques 2013).

Além disso, nestes últimos dias de gestação ocorre frequentemente uma diminuição da ingestão de matéria seca (IMS) que resulta no aumento da mobilização do tecido adiposo com aumento das concentrações de metabolitos lipídicos no sangue, tais como Ácidos Gordos Não Esterificados (AGNE) e corpos cetónicos (Baez, 2019). Estes metabolitos estão normalmente presentes em concentrações sanguíneas mais elevadas nesta fase de adaptação, no entanto, quando em excesso, mostraram associar-se à diminuição da função imunológica bem como à predisposição para a ocorrência de doença como retenção placentária, metrite, deslocamento de abomaso, cetose, mastite e alterações do trato digestivo que, por sua vez, conduzem à diminuição da produção leiteira, alterações reprodutivas e ao aumento dos refugos precoces (Baez 2019).

Um estudo realizado por Ospina et al. (2010) refere que o risco de desenvolvimento deste tipo de doenças foi mais elevado em animais que apresentaram concentrações de AGNE superiores a 0,3 mEq/l entre 14 e 2 dias pré-parto e/ou concentrações de BHB superiores a 10 mg/dl nos 3 a 14 dias pós-parto.

Segundo LeBlanc (2010) no período que se segue ao parto, a incidência de doenças de carácter infeccioso ou metabólico é de aproximadamente 30 a 50% em vacas leiteiras, sendo que, além disso, 75% das doenças das vacas de leite se registaram igualmente neste período. Nesta fase ocorrem adicionalmente outro tipo de alterações ambientais causadoras de stress e suscetíveis de contribuir para a imunossupressão como a alteração de grupos de animais pela passagem do parque das

vacas secas para aquele em que se encontram as vacas em lactação a que se associa o próprio esforço no momento do parto (Sousa 2013).

A presença dos AGNE tem um papel fundamental na função leucocitária e endotelial, condicionando a lipotoxicidade e sinalização celular, dos mediadores de resposta inflamatória e stress oxidativo o que promove alguma imunossupressão (Sousa 2013). Em resposta ao stress oxidativo, decorrente das maiores necessidades metabólicas características deste período, há um aumento da produção de cortisol, enzimas como a fosfoquinase, neurotransmissores e eicosanóides que suprimem não só a função imunológica mas também reprodutiva (Maturana Filho and Madureira 2013)

A hipocalcemia está também relacionada com a imunossupressão que caracteriza o periparto e ainda com a diminuição da contração uterina, o que predispõe a ocorrência de distócia, retenção placentária, metrite, prolapso uterino e endometrite (Neto 2009). Existe ainda correlação com a inatividade ovárica, aumento do número de serviços por concepção, aumento do intervalo parto-1º serviço e do intervalo parto-concepção (Neto 2009). A diminuição da motilidade do rúmen e do abomaso que decorrem da existência de hipocalcemia em conjunto com o balanço energético negativo pós-parto parecem promover a ocorrência de deslocamento do abomaso bem como de cetose (Neto 2009).

O metabolismo energético do organismo depende de fontes como os hidratos de carbono, aminoácidos e gordura e as alterações fisiológicas associadas à adaptação a períodos de BEN decorrem da gestão destas fontes. As exigências energéticas adicionais associadas à produção de leite e crescimento fetal não são totalmente supridas pelos hidratos de carbono ingeridos e como tal são necessárias fontes energéticas alternativas (Van Dorland 2009).

Relativamente às necessidades em glucose no período de transição estima-se que sejam na última fase de gestação, cerca de 1 kg/dia, enquanto nas 3 semanas que se seguem ao parto sejam cerca de 2,5 kg/dia (Reynolds et al. 2003). De acordo com Herdt (2000) num período de balanço energético negativo, a utilização de glucose como fonte de energia depende da mobilização de proteínas corporais pelo facto desta poder ser sintetizada a partir de aminoácidos. Porém, a fim de evitar uma excessiva mobilização de proteína corporal, existem mecanismos adaptativos que medeiam a mobilização de reservas energéticas a partir da gordura. Esta mobilização de ácidos gordos de cadeia longa a partir das reservas de gordura corporais é mediada pelo aumento sérico de hormona do crescimento e pela diminuição dos níveis de insulina (Marques 2013).

No caso dos ruminantes, a manutenção dos níveis fisiológicos da glucose sanguínea, essencial à produção leiteira, provém da gluconeogénese (Drackley 1999), sendo o seu principal substrato o ácido propiónico, um dos ácidos gordos voláteis provenientes da fermentação ruminal, o que não acontece com outros ácidos gordos voláteis com a mesma origem como o ácido acético e butírico

e mesmo com ácidos gordos de cadeia longa que se encontrem no tecido adiposo (Drackley et al. 2001).

De acordo com Drackley (1999) as necessidades em energia e proteína metabolizáveis em vacas saudáveis nos 4 dias que se seguem ao parto são superiores em 26 e 25% à capacidade de ingestão, respetivamente, sendo que a utilização por parte da glândula mamária na produção de leite correspondeu a 97 e 83% destes números, respetivamente, ficando, portanto, comprometidas parte das necessidades de manutenção.

Um indicador de uma má resposta adaptativa que decorre do balanço energético negativo é o aumento da concentração sanguínea de corpos cetónicos que, quando em excesso, podem desencadear cetose subclínica ou clínica (Sousa 2013). De facto, num trabalho realizado por Sousa (2013), cerca de 30% das vacas apresentaram cetose subclínica nas duas primeiras semanas pós-parto, altura em que as necessidades energéticas requeridas pela produção leiteira contrastam com uma insuficiente ingestão de alimentos.

De acordo com Contreras and Sordillo (2011), as elevadas concentrações de corpos cetónicos mostraram também causar imunossupressão e vacas com hipercetonémia apresentaram uma deficiente resposta inflamatória por comprometimento da produção de citocinas responsáveis pela mediação. Além disso, os leucócitos destas vacas revelaram uma capacidade fagocitária e bactericida comprometidas (Contreras and Sordillo, 2011)

## **2. Custos associados às doenças no pós-parto**

Drackley (1999) refere que vacas com qualquer alteração de saúde no periparto produzem, em média, menos 7,2 kg de leite por dia durante os primeiros 20 d pós-parto do que as vacas saudáveis.

A quebra de produção leiteira associada à ocorrência de doença no pós-parto bem como o leite não comercializável por utilização de antibióticos no tratamento não refletem a totalidade dos impactos negativos das mesmas, existindo igualmente um conjunto de custos associados ao tratamento veterinário. Além disso, o balanço energético negativo extremo assim como a perda de condição corporal durante o periparto podem, só por si, condicionar o sucesso reprodutivo subsequente (Drackley 1999).

Um estudo realizado por Liang et al. (2017), nos Estados Unidos da América, teve em vista a avaliação dos custos associados às principais doenças em vacas destinadas à produção leiteira, sendo elas a cetose, a claudicação, o deslocamento de abomaso à esquerda (DAE), mastite, retenção de placenta (RP), metrite e hipocalcemia, sendo que cada uma destas foi dividida em sete categorias de custos, entre elas, o veterinário e tratamento utilizado, a diminuição da produção de

leite, o refugo, leite descartado devido à presença de antibiótico, a perda por morte, os dias em aberto extra e mão-de-obra necessária, sendo que foi ainda efetuada a distinção entre primíparas e múltiparas para a consideração dos valores.

Segundo este trabalho, e de acordo com a tabela abaixo, o custo médio de uma mastite foi de  $276,45 \pm 60,35$  € por cada caso para vacas primíparas e  $361,94 \pm 68,12$  € para vacas múltiparas, sendo que o custo associado à redução da produção de leite constituiu a principal fração dos custos totais (Liang et al. 2017). No entanto, as mastites podem ser subclínica, dificultando a avaliação dos custos inerentes (Neto 2009). As perdas são particularmente significativas quando a mastite ocorre no início da lactação podendo manter-se como subclínica crónica com episódios de agudização (Neto 2009).

Relativamente aos casos de claudicação, o custo total associado foi, em média,  $157,08 \pm 54,70$  € e  $282,74 \pm 58,35$  € por caso em primíparas e múltiparas, respetivamente (Liang et al. 2017), sendo que o diagnóstico apenas se verifica após 4 a 5 meses após o início do processo, com perdas na produção entre 160 e os 550 kg de leite por lactação (Neto 2009). A dor que é sentida pelo animal bem como o stress e a diminuição da condição corporal associadas, parecem ser responsáveis pela diminuição da demonstração de cio, levando desta forma, a algum impacto ao nível reprodutivo (Neto 2009), que segundo Liang et al. (2017) constitui o maior impacto juntamente com os custos de tratamento.

Os custos totais da metrite foram calculados em  $145,70 \pm 40,63$  €\* para vacas primíparas e  $222,89 \pm 47,65$  €\* para múltiparas (Liang et al. 2017). Já a retenção placentária apresentou um custo total médio de  $127,64 \pm 43,65$  €\* para primíparas e  $313,4 \pm 54,87$  €\* em múltiparas (Liang et al. 2017). Drackley (1999) afirma ainda que vacas com retenção placentária e subsequente metrite produziram menos 8,2 kg de leite por dia, durante o tempo da doença e, por vezes, durante toda a lactação.

A ocorrência de deslocamento de abomaso à esquerda envolveu, em média,  $367,02 \pm 86,51$  €\* para vacas primíparas e  $542,71 \pm 96,83$  €\* para múltiparas, sendo que a resolução cirúrgica acresce um aumento do custo veterinário e do tratamento (Liang et al. 2017).

Os custos totais associados a cetose foram de  $65,34 \pm 20,37$  €\* por casos em vacas primíparas e  $160,40 \pm 56,51$  €\* em vacas múltiparas (Liang et al. 2017). As perdas são devidas, essencialmente, à diminuição da produção de leite durante a cetose e após recuperação, estando normalmente associada à diminuição das quantidades de proteína e lactose no leite (Neto 2009). Existe, adicionalmente, predisposição para o atraso no retorno da ciclicidade, taxas de concepção mais baixas, aumento do Intervalo Entre Partos (IEP) e aumento do risco de ocorrência de quistos ováricos e mastites (Neto 2009).

\*1dólar=0.85€; convertido a 21 de julho de 2021

No caso da hipocalcemia, considerou-se apenas a sua ocorrência em vacas multíparas (Liang et al. 2017), sendo que esta é considerada quando a concentração de cálcio total no sangue é inferior a 8 mg/dL, com manifestação de sinais clínicos observáveis geralmente quando a concentração de cálcio total é inferior a 5 mg/dL (Neto 2009). Observou-se estar associada a um custo médio de  $208,96 \pm 44,34$  €\* por caso (Liang et al. 2017).

É ainda de referir que os custos totais associados a doença para vacas multíparas são, na sua maioria, superiores aos de vacas primíparas que podem ser explicados pelo peso corporal geralmente mais elevado e maior produção média diária de leite que portanto está associado a maiores volumes de leite descartado, aquando da ocorrência de doença (Liang et al. 2017).

### **3. Ingestão de matéria seca no periparto**

Segundo Baez (2019) durante as três semanas que antecedem o parto, a IMS corresponde a 1,69 % nas primíparas e 1,88 % nas multíparas do seu peso corporal, aumentando logo no dia que se segue à data do parto. A diminuição da IMS parece menor em vacas primíparas (25 %) que, encontrando-se ainda em crescimento, necessitam de garantir as necessidades acrescidas no desenvolvimento muscular, as necessidades de manutenção e de gestação enquanto as multíparas revelam diminuições maiores e mais prolongadas da IMS, cerca de 52 % (Baez 2019).

O pico de lactação ocorre normalmente 4 a 8 semanas após o parto o que não coincide com o pico de ingestão, que apenas ocorre às 10 a 14 semanas pelo que se verifica, na maioria dos animais um balanço energético negativo (Baez 2019).

É de referir que a ingestão pode ser afetada por inúmeros fatores relacionados, primeiramente, com o próprio animal como o comportamento associado às interações dentro do grupo em que vacas mais agressivas irão condicionar a alimentação das menos agressivas, o número de lactações visto que as primíparas tendem a sofrer mais com as mudanças de grupo e/ou de dieta o que pode alterar a ingestão por parte destas e, conseqüentemente, a condição corporal do animal (Baez 2019).

Vacas que se apresentem com condições corporais acima de 4 parecem apresentar uma maior diminuição da IMS e da CC no período pré-parto relacionada com a ação da leptina sobre o centro da saciedade no hipotálamo (Baez 2019).

Para além disso, existem inúmeros fatores nutricionais que influenciam cerca de 24 % da IMS, como é o caso das dietas com menores teores de fibra que parecem associar-se a maiores IMS devido à melhor digestibilidade associada, ao contrário das dietas mais fibrosas (Baez 2019). Concentrações elevadas de fibra detergente neutro (FDN) conduzem a menores IMS devido à baixa digestibilidade

\*1dólar=0.85€; convertido a 21 de julho de 2021

e maior tempo de permanência no rúmen, que causa uma distensão mais prolongada e, portanto, uma maior sensação de saciedade para o animal. Há ainda 1,3 % e 1,4 % da variação da IMS que são justificáveis através da gordura e proteína da dieta, respetivamente (Baez 2019).

Fatores como a dimensão das partículas da dieta são importantes e podem ser responsáveis por 8 % de aumento da IMS, quando é evitada a seleção dos ingredientes da dieta por parte do animal (Baez 2019).

É ainda de referir que a melhoria da IMS pode ser conseguida através da existência de espaços de cama e de manjedoura adequados ao número de animais, divisões dos grupos por primíparas e múltiparas, bem como o fornecimento de alimento fresco durante todo o período de transição (Baez 2019).

A temperatura e humidade ambientes são igualmente importantes nas variações de ingestão pois em situações em que estes se encontram elevados, há um aumento dos níveis de cortisol que se relacionam negativamente com a IMS (Baez 2019).

## **4. Regulação térmica**

### **4.1. Regulação da temperatura corporal em vacas**

A zona de conforto térmico dos bovinos, do género *Bos*, particularmente os *Bos taurus taurus* é de 0 °C a 16 °C e temperaturas entre 13 °C e 18 °C são confortáveis para a maioria dos ruminantes (Cattalam and Martinez 2013).

Em situações de stress térmico pelo calor as vacas recorrem a mecanismos de termorregulação para promover o aumento da dissipação de calor através da redução da taxa metabólica, da vasodilatação, redução de atividade e aumento do tempo em estação com maior procura de sombras e maior ingestão de água, aumento da frequência respiratória e aumento das perdas de água por evaporação (Fabris et al. 2019), a que se acresce uma diminuição da IMS durante 1-2 dias após eventos climáticos quentes (Van Os 2019). O aumento da energia necessária à perda de calor durante um longo período de stress térmico conduz à redução significativa da produtividade destes animais (Fabris et al. 2019) e diminuição do seu desempenho reprodutivo (Van Os 2019).

As perdas de calor podem assim ocorrer através de mecanismos não evaporativos, por convecção através da circulação sanguínea e vasodilatação e por condução, para o meio ambiente, através do movimento do ar ou do contacto com superfícies mais frias, sendo que estas trocas são dependentes do gradiente de temperatura entre o animal e o seu meio envolvente (Van Os 2019).

Por outro lado, nos mecanismos evaporativos, a água em estado líquido é levada ao estado gasoso a partir da energia do animal e/ou do seu ambiente, não dependendo de um gradiente de temperatura pois a alta temperatura da pele estimula os recetores térmicos periféricos que promovem o arrefecimento evaporativo natural através de taxas respiratórias mais elevadas e da transpiração (Van Os 2019).

#### **4.2. Termogénese fetal e termorregulação**

Ao nascimento, a temperatura retal dos vitelos é de cerca de 39,5 °C, superior à de vitelos com alguns dias, o que sugere que seja maior a temperatura fetal relativamente à temperatura corporal da mãe. De facto, sabe-se que o feto tem uma taxa metabólica duas vezes superior à da mãe gerando maior calor e, portanto, uma temperatura corporal mais elevada. Adicionalmente, a taxa metabólica da placenta é também elevada o que contribui para esta diferença de temperatura feto-materna (Tao and Dahl 2013).

A troca de calor entre feto e vaca gestante dá-se na sua maioria através da circulação feto-placentária, responsável por aproximadamente 85 % da perda total de calor fetal, sendo o restante calor produzido dissipado por condução através das membranas fetais, do líquido amniótico e da parede uterina (Tao and Dahl 2013).

Assim, a temperatura fetal parece ser dependente, não só da produção de calor metabólico por parte do próprio feto mas também das trocas de calor que ocorrem com a fêmea gestante (Tao and Dahl 2013).

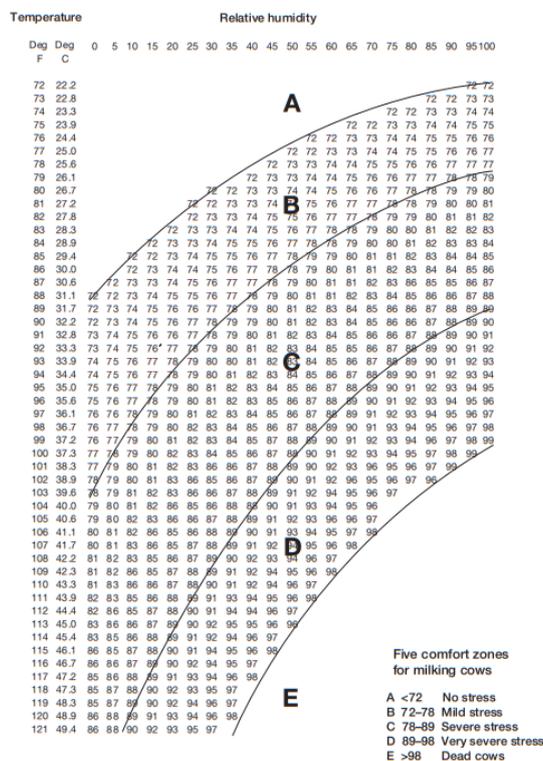
### **5. Stress térmico**

O stress térmico constitui a mais cara condicionante de uma exploração leiteira durante o verão (Ferreira et al. 2016). De acordo com Ferreira et al. (2016) a existência de stress térmico é determinada, para vacas em lactação, pelo Índice Temperatura-Humidade (THI) superior ou igual a 68. Este valor poderá dar uma indicação próxima do real para vacas secas que se encontrem resguardadas da radiação solar, no entanto, animais mais expostos podem apresentar valores de THI superiores. Sabe-se, no entanto, que uma vaca seca apresenta menor produção de calor metabólico, além de possuir uma temperatura crítica superior mais elevada (Fabris et al. 2019).

O THI é determinado a partir da seguinte fórmula:  $0,8 \cdot T + HR \cdot (T - 14,4) + 46,4$ , em que T corresponde à temperatura ambiente °C e HR à humidade relativa, sendo que pode ser facilmente

determinado consultando uma tabela a partir de uma temperatura e umidade relativa conhecidas (Figura 1) (Jubb and Perkins 2015). Assim sendo, são mais facilmente toleradas temperaturas altas com baixa umidade, com perdas de calor através da transpiração do que climas húmidos em que se vê comprometida a capacidade de arrefecimento evaporativo (Jubb and Perkins 2015).

**Figura 1 - Tabela THI (adaptado Jubb and Perkins 2015)**



A temperatura retal constitui uma boa indicação da presença ou ausência de stress térmico (Tao and Dahl 2013). Segundo Tao et al. (2019) na ausência de arrefecimento evaporativo, as temperaturas retais das vacas secas aumentam de 0,3 a 0,5 °C comparativamente com vacas secas sujeitas a arrefecimento.

### 5.1. Efeitos do stress térmico sobre as vacas secas na produção leiteira

O período seco constitui uma importante fase no ciclo produtivo das vacas leiteiras, no entanto, por ser um período sem produção acaba frequentemente por ser descurado pelos produtores (Fabris et al. 2019). É nesta fase que se dá a involução e posterior desenvolvimento mamário que antecede a nova lactação, processo de extrema importância para uma produção leiteira ótima e que se vê comprometido quando os animais se encontram sujeitos a stress térmico (Fabris et al. 2019).

Além disso, esta condição retarda também a renovação celular, reduzindo a apoptose e atividade autofágica na glândula mamária que caracterizam o processo de involução, comprometendo ainda a proliferação de células epiteliais numa fase mais tardia do período seco e que antecede o início da nova lactação (Tao et al. 2019).

No caso das nulíparas, Tao et al. (2019) refere que a existência de stress térmico no final da gestação prejudica a normal produção durante a primeira lactação na medida em que altera a microestrutura da glândula mamária e é responsável por alterações genéticas que, embora não alterem a sequência ácido desoxirribonucleico (ADN), podem ser transmitidas à descendência, ditas epigenéticas.

Animais que se encontrem sujeitos a stress térmico, durante o período seco apresentaram uma diminuição do fluxo sanguíneo na glândula mamária relativamente aos que se encontram em ambiente termoneutro, o que pode não só contribuir para o comprometimento do crescimento mamário neste período, mas ainda, através da menor perfusão sanguínea, condicionar a produção leiteira na lactação subsequente (Tao and Dahl 2013).

Nas vacas, a prolactina (PRL) é de extrema importância nos processos de mamogénese e lactogénese (Tucker 2000) e alterações fisiológicas desta hormona promovidas, a título de exemplo, pela alteração do fotoperíodo durante o período seco podem interferir na sinalização da PRL na glândula mamária, comprometendo a lactação subsequente (Tao and Dahl 2013). Tao and Dahl (2013) afirmam ainda que o stress térmico na gestação tardia é responsável pelo aumento das concentrações sanguíneas de PRL e ainda pela diminuição da expressão do gene responsável pela codificação do recetor da prolactina (PRLR) no fígado e linfócitos. Durante o período seco, este é ainda responsável pelo aumento da concentração sanguínea de sulfato de estrona e pela diminuição da concentração de progesterona sendo que ambas mostraram estar relacionadas com a diminuição da sinalização da PRL na glândula mamária (Tucker 2000).

É ainda conhecida, como resposta à hipertermia, a expressão de proteínas de choque responsáveis por efeitos citoprotetores que atuam na reparação de proteínas recém-sintetizadas e apresentam propriedades antiapoptóticas, pelo que se espera uma maior expressão das mesmas pelas células mamárias das vacas secas submetidas a stress térmico e uma menor capacidade apoptótica no início do período seco (Tao and Dahl 2013).

De acordo com Tao et al. (2019), vacas secas às quais não foi fornecido arrefecimento evaporativo têm uma diminuição da IMS de, em média, 13,4 % (1,5 kg/d) no período pré-parto embora não se consiga estabelecer uma relação causa-efeito clara entre esta redução e a diminuição significativa na produção de leite durante a lactação subsequente.

Segundo Ferreira et al. (2016), esta redução da produção leiteira no início da lactação pode ser devida à diminuição do tempo de gestação em animais sujeitos a stress térmico, verificando-se adicionalmente a diminuição da gordura do leite, o comprometimento da função imunitária bem como o aumento da incidência de doenças no pós-parto e do número de nados-mortos. Foi ainda verificada a redução na produção de proteína e lactose (Fabris et al. 2019).

A diminuição da produção de leite chega a ser em média de 5,1 kg/d durante as primeiras 35 semanas de lactação, sendo que se exclui das causas deste decréscimo os pesos corporais das novilhas em estudo pois estes eram semelhantes ao parto, no grupo de animais sujeitos a stress térmico e nos que apresentavam mecanismos de climatização (Dahl et al. 2016).

## **5.2. Efeitos do stress térmico no metabolismo**

O stress térmico durante o período seco, tal como durante a lactação, diminui a IMS e com a diminuição do consumo de energia será de esperar que, vacas em período seco, que se encontrem sujeitas a stress térmico, apresentem um menor ganho de peso corporal no final da gestação em comparação com as vacas com acesso a meios de arrefecimento, o que está relacionado com o menor crescimento fetal (Tao and Dahl 2013).

O stress térmico e a restrição de nutrientes durante a gestação parecem condicionar o crescimento intra-uterino e promovem a ocorrência de alterações no pós-parto (Tao et al. 2019). Tao et al. (2019) referem ainda que vacas com acesso a arrefecimento durante o pré-parto apresentam maior insulinoresistência nos tecidos periféricos para que haja uma maior mobilização de glucose para a glândula mamária no início da lactação relativamente às vacas sem acesso a arrefecimento.

Vacas com arrefecimento no pré-parto apresentam maiores necessidades de energia durante a lactação do que as que foram sujeitas a stress térmico, embora a diferença na IMS no pós-parto se verifique apenas passadas duas a quatro semanas da data de parto, produzindo mais leite com a mesma quantidade de alimento ingerido relativamente às que foram sujeitas a stress térmico neste período (Tao and Dahl 2013).

É ainda de referir que a inexistência de arrefecimento evaporativo durante o período seco não tem impacto nas concentrações sanguíneas de glucose,  $\beta$ -hidroxibutirato, insulina e ácidos gordos não esterificados antes do parto, estes últimos com igual tendência para aumentarem tanto em animais em stress térmico como nos que se encontram em situação de termoneutralidade (Tao et al. 2019). Por outro lado, vacas com acesso a mecanismos de arrefecimento evaporativo no pré-parto apresentaram uma diminuição das concentrações tanto de glucose como de insulina plasmáticas (Tao et al. 2019).

Atendendo ainda às concentrações plasmáticas de AGNE e BHBA, Tao et al. (2019) afirmam que estas foram maiores no início da lactação em vacas que foram arrefecidas durante o período seco relativamente às vacas não sujeitas a arrefecimento, apresentando ainda uma maior perda de condição corporal (Tao and Dahl 2013), o que parece estar relacionado com uma maior mobilização adiposa e produção de corpos cetónicos hepáticos para garantir um incremento energético necessário à produção leiteira, visto que para uma IMS semelhante no pós-parto, as vacas com acesso a arrefecimento mostraram uma maior produção de leite (Tao et al. 2019). Não obstante uma resposta fisiológica normal, com um aumento dos AGNE e da produção de BHBA no início da lactação, estes podem predispor o aparecimento de cetose e de fígado gordo em vacas com sistemas de arrefecimento em relação a vacas não arrefecidas (Tao et al. 2019).

Verifica-se ainda uma menor concentração de glucose no início de lactação em animais arrefecidos no pré-parto que corrobora a maior mobilização de tecido adiposo e maior exigência nutricional para a produção leiteira destas vacas, tal como acima referido (Tao and Dahl 2013).

Vacas com arrefecimento no pré-parto apresentaram ainda uma menor concentração de insulina sanguínea em relação às que não dispunham de acesso a arrefecimento neste período (Hayirli 2006). Sendo a insulina um importante fator na estimulação da lipogénese a nível hepático, com propriedades anti-lipolíticas em tecidos extra-hepáticos, esta parece estar relacionada com a menor absorção de AGNE pelo fígado e uma maior circulação dos mesmos (Hayirli 2006).

De acordo com Tao and Dahl (2013), a mobilização de ácidos gordos a partir do tecido adiposo é promovida, essencialmente, pela ação da hormona do crescimento, responsável ainda pelo aumento da insulinoresistência durante o período de transição. Esta hormona promove ainda o aumento dos supressores hepáticos de sinalização de citocinas 3, sendo que estes se encontram aumentados em vacas com arrefecimento no pré-parto relativamente aos animais sujeitos a stress térmico (Tao and Dahl 2013).

Além da hormona do crescimento também a prolactina, com importante papel na adaptação homeorrética, é influenciada pelo stress térmico o que é verificado pela maior expressão hepática de genes PRLR em animais com disponibilidade de arrefecimento durante o pré-parto relativamente às vacas sob influência de stress térmico no mesmo período (Tao and Dahl 2013).

### **5.3. Efeitos do stress térmico na imunocompetência**

De acordo com Tao et al. (2019), o hemograma de vacas não sujeitas a arrefecimento evaporativo parece apresentar maior número de leucócitos relativamente a vacas com mecanismos de arrefecimento no pré-parto, no entanto, uma menor proporção de linfócitos T CD4+ bem como uma

mais fraca resposta proliferativa e produção inferior de fator de necrose tumoral- $\alpha$ . Atendendo ainda aos estudos efetuados por Dahl et al. (2016), o stress térmico promove a diminuição da migração de leucócitos circulantes para a glândula mamária e amostras de sangue periférico revelaram, igualmente, uma diminuição da proliferação de células mononucleares.

No entanto, a produção de imunoglobulina M (IgM) não parece ser consistente com estes dados, tendo sido mais aumentada no verão, o que deixa transparecer alguma ambiguidade da resposta imunitária face ao stress térmico (Dahl et al. 2016). Relativamente à produção de IgG, os vitelos sob stress térmico crónico mostraram diminuição da sua produção e aumento da mortalidade (Dahl et al. 2016).

A prolactina parece apresentar um papel importante na imunidade, havendo um aumento da sua concentração sanguínea com uma simultânea diminuição da expressão génica de PRLR nos linfócitos durante o período de transição relativamente aos animais com condições de arrefecimento neste período (Tao and Dahl 2013). Assim, as alterações ao nível desta hormona condicionadas pela existência de stress térmico, poderão aumentar a incidência de múltiplas doenças autoimunes (Tao and Dahl 2013).

Nos primeiros 28 dias de vida foi observada a redução das proteínas plasmáticas circulantes em vitelos cujas mães foram submetidas a stress térmico em comparação com os nascidos de mães em condições de arrefecimento (Dahl et al. 2016). Além disso, vitelos sujeitos a stress térmico *in utero* parecem apresentar menores taxas de proliferação de células mononucleares no sangue periférico e uma redução dos níveis circulantes de IgG, o que poderá dever-se à menor capacidade do vitelo para absorver as imunoglobulinas ou à pior qualidade do colostro (Dahl et al. 2016), que deixa antever o comprometimento da transferência de imunidade passiva (Ferreira et al. 2016). No entanto, não se verificaram alterações relativamente às concentrações de IgG das mães em situação de stress térmico quando comparadas com as que foram sujeitas a arrefecimento (Dahl et al. 2016). A deficiência na resposta imunitária destes vitelos mostrou estender-se até aos 56 dias de vida (Dahl et al. 2016).

A título de comparação, o stress térmico durante o último terço de gestação em porcas dá origem a um aumento das concentrações de cortisol nas mães e crias que pode constituir uma razão fisiológica para a maturação acelerada dos enterócitos e a diminuição da absorção de IgG do colostro pelos leitões sujeitos a stress térmico *in utero* (Tao and Dahl 2013).

No entanto, as menores concentrações de cortisol no soro de vitelos nascidos de vacas sujeitas a stress térmico pode não ser a melhor justificação para a transmissão comprometida de imunidade. A transmissão de imunidade passiva a vitelos recém-nascidos deve-se à expressão do recetor Fc

e apoptose celular dos enterócitos e células epiteliais intestinais. Não se conhece em concreto as alterações promovidas pelo stress térmico materno nestes processos (Tao and Dahl 2013).

De acordo com Nardone et al. (1997), novilhas leiteiras sujeitas a stress térmico nas últimas 3 semanas de gestação apresentam uma menor produção de Ig no colostro em comparação com novilhas em condições de termoneutralidade.

É ainda de esperar que os vitelos sujeitos a stress térmico *in utero* apresentem menor peso ao nascimento e ainda pesos inferiores ao desmame (Dahl et al. 2016). Estes autores discutem que esta redução no crescimento poderá, em parte, ser justificado pela possível redução da eficiência na absorção de imunoglobulinas, pelo vitelo no pós-parto, que pode conduzir a taxas de sobrevivência mais baixas no decorrer da puberdade (Dahl et al. 2016).

Refere-se ainda que além da transferência de imunidade passiva, também se verificam outras alterações na função imunitária, podendo o stress térmico conduzir a modificações da função das células B e T dos vitelos. Para além disso, vitelos de vacas sem arrefecimento no período seco, apresentaram menor taxa de proliferação de células mononucleares no sangue periférico que será indicadora de uma função linfocitária condicionada após stress térmico pré-natal (Tao and Dahl 2013).

O stress térmico durante a gestação parece proporcionar ainda, nestes vitelos, uma redução do ganho médio diário (GMD) no período que se segue ao desmame, sendo que este comprometimento do crescimento pode justificar-se pela diminuição da IMS da fêmea gestante (Dahl et al. 2016).

Sabe-se ainda que vitelos recém-nascidos de vacas sujeitas a stress térmico durante o período seco parecem apresentar um menor peso do timo, o que pode indicar que a hipertermia da vaca durante o último terço de gestação poderá afetar o desenvolvimento dos órgãos linfóides primários *in utero* (Dahl et al. 2016). A população celular do órgão pode também ser afetada pela hipertermia materna *in utero*, que compromete, à partida, a proliferação de células mononucleares (Tao and Dahl 2013).

#### **5.4. Efeitos do stress térmico na reprodução, gestação e momento do parto**

Vacas secas em meses quentes mostraram um maior número de dias até à primeira inseminação, um maior número de inseminações, o aumento do refugo por causas reprodutivas assim como um diagnóstico de gestação positivo mais tardio, considerando os primeiros 150 dias em leite (DEL), em comparação com vacas secas em meses frios (Ferreira et al. 2016).

O stress térmico é, como acima referido, responsável pela redução do tempo de gestação em 4 a 5 dias (Tao et al. 2019), o que justifica um tamanho inferior do vitelo ao nascimento, ainda que o menor peso nesse momento se deva não só à menor ingestão materna como também à insuficiência placentária provocada pelo stress térmico durante a gestação avançada, que compromete tanto o peso como a função placentária com a diminuição da produção de lactogénio placentário, glicoproteína associada à gestação e sulfato de estrona (Dahl et al. 2016), um composto estrogénico que constitui um importante fator mamogénico, responsável por promover tanto a autofagia como a posterior proliferação das células mamárias (Tao et al. 2019).

Além disso, é de referir que o stress térmico durante a gestação está associado ao menor peso placentário devido à diminuição do tecido e não do número de placentomas (Tao and Dahl 2013). Verifica-se ainda, segundo Tao and Dahl (2013), uma diminuição do volume total de sangue uterino e umbilical, o que compromete a vascularização da placenta.

Em consequência do acima mencionado, temos uma diminuição do aporte de oxigénio ao feto, por difusão simples e por via umbilical, pelo que este poderá encontrar-se exposto a algum nível de hipoxia (Tao and Dahl 2013). Por outro lado, o aporte de glucose ao feto, ocorrendo por difusão facilitada, através de transportadores de glucose, depende do gradiente de concentração de glucose materno-fetal e da capacidade de transporte placentário, pelo que, com a diminuição do tamanho da placenta e da área de superfície, a capacidade de transporte de glucose por unidade de massa placentária vê-se também diminuída devido à menor expressão do transportador de glucose no tecido placentário (Tao and Dahl 2013).

As concentrações de tiroxina plasmática e estrogénio placentário podem encontrar-se diminuídas em animais sujeitos a stress térmico, relativamente aos que se encontrem em situação de termoneutralidade durante a gestação, e são responsáveis por alterações não só no crescimento dos tecidos maternos como também nas suas funções no pós-parto (Ferreira et al. 2016).

Além disso, de acordo com Tao et al. (2019), o stress térmico melhora a expressão genética de proteínas de choque térmico em células epiteliais e tecido mamário, aumentando ainda a concentração de prolactina sanguínea, ambas com papel na inibição da apoptose nas células mamárias, sendo que a extensão da apoptose parece estar relacionada com a expressão genética de caspase-3 pelo que vacas não sujeitas a arrefecimento apresentaram uma redução desta proteína relativamente às vacas que foram arrefecidas.

A síntese alterada de prostaglandina uterina e consequente luteólise parecem ter alguma influência nesta redução da duração da gestação devido ao stress térmico (Dahl et al. 2016). De acordo com Dahl et al. (2016), o stress térmico durante a gestação precoce foi responsável pelo aumento da síntese de PGF2 $\alpha$  em cultura de endométrio o que pode ser associado a perdas embrionárias

precoces. Quando o stress térmico se faz sentir numa fase mais tardia da gestação, a síntese de PGF2 $\alpha$  no pós-parto demonstrou ser superior relativamente a vacas sujeitas a arrefecimento neste mesmo período (Dahl et al. 2016).

O stress térmico pode ainda alterar a resposta ao cortisol circulante, naturalmente aumentado nos momentos que antecedem o parto, e que, nestas circunstâncias adversas, pode ser responsável pelo acelerar do início do mesmo (Dahl et al. 2016).

De acordo com Tao and Dahl (2013), vitelos com uma toma de 3,78 L de colostro das respetivas progenitoras dentro das primeiras 4h pós-parto, mostraram em amostras serológicas, concentrações de insulina sanguínea semelhantes antes da toma e nas medições aos dias 1, 4 e 7 após o nascimento. Os que eram nascidos de vacas não sujeitas a arrefecimento apresentaram um aumento da resposta à insulina com maiores concentrações relativamente aos provenientes de mães com acesso a arrefecimento logo no 1<sup>o</sup> dia que se seguiu ao parto, o que pode ser resultado de uma maior produção pancreática, à eliminação comprometida de insulina ou ambos em vitelos destas vacas sujeitas a stress térmico e sem arrefecimento.

## **6. Importância do colostro**

Nos bovinos, a placenta do tipo sindesmocorial impede a transmissão *in utero* de imunoglobulinas protetoras. O vitelo recém-nascido é, assim, totalmente dependente da absorção intestinal de Ig maternas a partir do colostro durante as primeiras 24 h após o nascimento. É esta transferência passiva de imunidade que promove o desenvolvimento do seu próprio sistema imunitário e, além de diminuir o risco de morbilidade e mortalidade pré-desmame, parece relacionar-se com uma menor mortalidade no período pós-desmame, melhor Ganho Médio Diário (GMD) e redução da idade ao primeiro parto, no caso das fêmeas (Godden et al. 2019).

O fornecimento de colostro em quantidade, qualidade e tempo corretos parece estimular a produção de leite na primeira e segunda lactações, relacionando-se ainda com a diminuição do refugo durante a primeira lactação (Godden et al. 2019).

Além das Ig também os elevados teores de nutrientes e compostos bioativos presentes no colostro parecem estimular o crescimento e desenvolvimento pós-natal (Godden et al. 2019).

A qualidade do colostro pode ainda variar com base no número de partos, estatuto vacinal da vaca, estado nutricional (Cho and Yoon 2014; Godden et al. 2019) e dieta fornecida durante o pré-parto, raça, estação em que ocorre o parto, duração do período seco, quantidade de colostro produzida na primeira ordenha e tempo decorrido desde o parto até à primeira ordenha (Godden et al. 2019).

Sabe-se que vacas múltiparas produzem geralmente colostros de melhor qualidade, provavelmente devido ao maior período de exposição a agentes patogénicos específicos da exploração (Godden et al. 2019). Contudo, vitelos nascidos de novilhas em que o fornecimento de colostro se dá nas primeiras 24 h de vida, conseguem obter níveis de imunidade materna aceitáveis (Cho and Yoon 2014).

De acordo com Godden et al. (2019), restrições ou carências alimentares maternas durante o pré-parto influenciam negativamente as concentrações de imunoglobulinas no colostro. Estudos revelam ainda que a suplementação com selénio e vitamina E de forma parenteral no final de gestação é responsável pela produção de um maior volume de colostro do que em animais não suplementados (Godden et al. 2019).

Estudos realizados revelaram que os teores totais de imunoglobulinas no colostro variam com a genética e/ou efeitos de diluição e vacas Holstein produziram colostros com teores inferiores aos de raças como a Guernsey, Brown Swiss, Ayrshire ou Jersey (Godden et al. 2019).

A exposição a temperaturas ambientes altas durante a gestação tardia é também responsável por concentrações menores de IgG e IgA no colostro, o que parece dever-se à redução da ingestão de matéria seca e redução do fluxo sanguíneo mamário promovidos pelo stress térmico (Godden et al. 2019). Para além disso, um elevado THI e um fotoperíodo mais curto no mês que antecede o parto levaram à diminuição da produção de colostro (Godden et al. 2019).

Relativamente à vacinação materna, esta não tem capacidade para aumentar a concentração total de IgG no colostro. Revela sim uma importância primordial no aumento dos títulos de anticorpos específicos para antigénios como *Mannheimia haemolytica*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, Rotavírus, e Coronavírus, quando as vacas gestantes são vacinadas entre as 3 e as 6 semanas que antecedem o parto (Godden et al. 2019).

De acordo com Godden et al. (2019), vacas com períodos secos inferiores a 21 dias produzem, não só menor quantidade de colostro como menores teores de IgG.

Vacas que na primeira ordenha produzam mais de 8,5 kg de colostro parecem apresentar qualidade inferior do que as que produzem quantidades inferiores, estas últimas com valores geralmente acima de 50 g/L, o que se pode justificar pelo efeito de diluição (Godden et al. 2019). Godden et al. (2019) referem ainda um decréscimo de 17 %, 27 %, e 33 % na concentração de IgG colostrado quando a primeira ordenha ocorre apenas 6, 10, ou 14 horas após o parto.

O colostro contém anticorpos, leucócitos, lactoferrina, fatores de crescimento, hormonas, fatores antimicrobianos não específicos e nutrientes como açúcares e vitaminas lipossolúveis (Cho and Yoon 2014; Godden et al. 2019), sendo que as concentrações de alguns destes componentes são

maiores no primeiro colostro de ordenha e diminuem, posteriormente, ao longo das 6 ordenhas seguintes (Godden et al. 2019).

A absorção das Ig provenientes do colostro parece depender do tempo que decorre entre o parto e a primeira toma, a contaminação bacteriana do colostro e o estado metabólico do vitelo (Godden et al. 2019).

Um aspeto a ter em conta no fornecimento de colostro é que este pode veicular o Vírus da Diarreia Viral Bovina (VBVD), Vírus da Leucemia Bovina (VLB) e *Mycobacterium avium paratuberculosis*, agente da Paratuberculose (Cho and Yoon 2014).

### 6.1. Indicadores a avaliar

Para que seja garantido o bem-estar e correto desenvolvimento do vitelo recém-nascido, é importante que este receba na sua primeira refeição 10 % a 12 % do seu peso corporal (Godden et al. 2019), que correspondem a cerca de 2 a 3 L no caso dos animais de aptidão carne (Cho and Yoon 2014) e 3 a 4 L no caso dos vitelos leiteiros (Cho and Yoon 2014; Godden et al. 2019). Esta toma deve ocorrer num período inferior a 6h desde o nascimento e o colostro deve ter uma concentração de IgG  $\geq 50$  mg/ml (Cho and Yoon 2014).

Godden et al. (2019) afirmam que para uma transferência passiva aceitável, as IgG no soro sanguíneo do vitelo devem ser superiores a 10 g/L, correspondendo a um fornecimento mínimo de 150 a 200 g de IgG ao vitelo após o nascimento.

A qualidade do colostro depende do seu teor em IgG. De forma a determinar este, existem diferentes métodos reportados, tais como a medição da densidade, o índice de refração e a viscosidade, sendo a densidade específica e o índice de refração, na prática, os métodos mais usados para o efeito. O colostro bovino deve apresentar, respetivamente, uma densidade igual ou superior a 1047 g/l e um índice de refração igual ou superior a 22 % Brix, existindo inúmeros colostrómetros e refratómetros destinados a estas medições (Godden et al. 2019).

**Figura 2 - Refratómetro digital Brix**



## 7. Doenças mais comuns em vitelos até ao desmame

### 7.1. Diarreia neonatal

A diarreia neonatal constitui uma das principais causas de mortalidade e morbidade nas primeiras semanas de vida dos vitelos. É uma doença de etiologia multifatorial, não dependendo apenas de agentes patogénicos como também da interação entre vitelo, meio ambiente e nutrição. Pode dever-se à lesão de células da mucosa intestinal, pela presença de agentes infecciosos ou toxinas e ainda ao aumento da motilidade intestinal ou efeito osmótico promovido por uma sobrecarga intestinal, o que culmina no aumento do número de defecações e aumento do teor de água nas fezes (Seidi 2016).

O desenvolvimento de doença está normalmente associada a diversos agentes etiológicos que podem ser divididos em vírus (Rotavírus, Coronavírus), bactérias (*E.coli*, *Clostridium* spp., *Salmonella* spp) e protozoários (*Cryptosporidium* spp., *Giardia* sp. e outras coccídeas) (Seidi 2016), sendo que atualmente se encontram descritos como de primordial importância *E.coli* enterotoxinogénica (ETEC), Rotavírus (BRV), Coronavírus e *Cryptosporidium parvum* (Seidi 2016). A co-infecção é frequentemente observada embora um agente patogénico primário possa constituir a causa de alguns casos (Cho and Yoon 2014).

A prevalência de cada um dos agentes bem como a incidência de doença podem variar com a localização geográfica da exploração, manejo e tamanho do efetivo (Cho and Yoon 2014).

Relativamente aos normais períodos de infeção dos vitelos, estão normalmente envolvidos a ETEC até aos 3 dias de vida, Coronavírus entre os 5-21 dias, Rotavírus entre os 5 e os 15 e *Cryptosporidium parvum* entre os 5 e os 35 dias (Seidi 2016).

A transmissão ao vitelo pode dar-se por ingestão de colostro ou leite contaminado, contacto com outros animais no mesmo espaço, camas contaminadas, fómites ou mesmo pelos próprios tratadores dos vitelos (Seidi 2016).

De forma a proceder ao diagnóstico e definição do agente em causa há que considerar a idade do animal, os registos de vacinação, sinais clínicos e historial da exploração (Cho and Yoon 2014). Pode recorrer-se ainda a meios auxiliares de diagnóstico como a microscopia para identificação de *C. parvum* e outras coccídias a partir de amostras fecais, cultura bacteriana para *Salmonella* spp., *E. coli*, e *C. perfringens* e ainda PCR para BRV e BCoV (Cho and Yoon 2014). Pode ainda recorrer-se a imuno-histoquímica ou cultura bacteriológica de amostras de tecido intestinal. No entanto, técnicas como o PCR e ELISA-Ag são, atualmente, as mais frequentemente usadas para a deteção

rápida de vários agentes patogénicos bacterianos e virais em animais com doença clínica (Cho and Yoon 2014).

A prevenção e o controlo da diarreia deve ter por base três fatores chave, sendo eles o manejo durante o periparto, a imunidade dos vitelos e o stress ambiental ou contaminação (Cho and Yoon 2014). Relativamente à imunidade do vitelo, este nasce sem qualquer anticorpo devido à anatomia da placenta bovina que impede a transferência de qualquer imunidade passiva (Cho and Yoon 2014). Além disso, sabe-se que a resistência dos vitelos recém-nascidos a doença entérica apresenta uma estreita relação com o tempo que decorre do nascimento à toma de colostro, bem como da sua qualidade e quantidade (Cho and Yoon 2014).

Por forma a aumentar a concentração de anticorpos específicos no colostro contra agentes patogénicos como o BRV, BCoV, e *E. coli* K99+, caso sejam estes os mais prevalentes na exploração, pode proceder-se à vacinação das mães, existindo no mercado inúmeras vacinas polivalentes para os agentes acima referidos (Cho and Yoon 2014).

Condições climatéricas adversas tais como baixas temperaturas e elevada humidade relativa aumentam a suscetibilidade dos vitelos à diarreia pois estes não têm capacidade de regular eficazmente a sua temperatura corporal, pelo que entram facilmente em situações de hipotermia ou hipertermia quando expostos a condições climatéricas adversas, o que culmina num estado de imunossupressão (Cho and Yoon 2014).

Para além disso, após o nascimento, o vitelo é frequentemente exposto a um ambiente contaminado quer seja pela presença de animais infetados, sobrepopulação, não separação de vitelos por idades ou parques contaminados (Cho and Yoon 2014).

Por forma a reduzir a incidência de diarreia em vitelos deve proceder-se ao planeamento da época de partos, o encurtamento da época de partos que reduz o período de entrada de agentes patogénicos e acima de tudo manter uma higiene cuidada tanto do local do parto como do viteleiro, agrupando animais de acordo com a sua data de parto e com correta higienização entre grupos de vitelos (Cho and Yoon 2014).

## **7.2. Doença respiratória**

A doença respiratória em vitelos, também denominada de complexo respiratório bovino é uma das maiores causas de mortalidade dos vitelos até ao desmame, apresentando um carácter multifatorial que resulta da interação entre a infeção viral e/ou bacteriana, fatores stressantes ambientais e o manejo na exploração (Silva 2020). Pode ocorrer tanto como doença endémica como sob a forma

de surtos, sendo a primeira a apresentação mais comum, conhecida como pneumonia enzoótica dos vitelos (Ames 1997). Esta encontra-se descrita principalmente em animais entre os 2 e os 6 meses de idade, sendo que têm sido relatados casos numa idade mais precoce, por volta das 2 semanas de idade (Ames 1997). O pico da incidência encontra-se entre as 5 e as 6 semanas (Ames 1997).

Relativamente aos agentes virais associados a esta doença incluem-se o vírus respiratório sincicial bovino (BRSV), o vírus da parainfluenza-3 (PI3), coronavírus bovino, herpesvírus bovino tipo 1 (BHV-1) e o vírus da diarreia viral bovina (BVD) (Ames 1997; Silva 2020). Dentro das bactérias mais frequentemente responsáveis por DRB surgem *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni* e *Mycoplasma bovis* (Ames 1997; Silva 2020).

Animais adultos que apresentaram doença enquanto jovens mostram frequentemente fracos desempenhos na sua vida adulta do ponto de vista reprodutivo e produtivo (Silva 2020).

A diminuição do apetite ou da condição corporal parecem ser as primeiras manifestações dos animais com DRB, no entanto, os sinais clínicos mais característicos são a tosse, dispneia, taquipneia, febre, aparecimento de descargas oculares e/ou nasais, orelhas caídas, e ruídos respiratórios alterados à auscultação pulmonar (Teagasc 2017). Teagasc (2017) sugere que na presença de um ou dois vitelos com sinais claros de pneumonia, quatro ou cinco vezes mais dos elementos desse grupo se encontram igualmente infetados, em estádios mais precoces.

Animais que não sucumbam à doença podem, no entanto, apresentar lesões crónicas como zonas de hepatização pulmonar, abscessos pulmonares ou otites (Silva 2020).

De forma a proceder ao diagnóstico é importante que se observem os animais durante o período de descanso para que se verifique a presença de quaisquer sinais indicadores da presença de doença (Teagasc 2017), sendo que uma deteção tardia implicará, à partida, um tratamento mais prolongado com maiores taxas de recidivas e maior probabilidade de sequelas (Silva 2020).

As Universidades do Wisconsin e da Califórnia criaram sistemas de pontuação através de 6 sinais clínicos (tosse, respiração alterada, descarga nasal, descarga ocular, posição das orelhas e temperatura retal) que permitem uma deteção mais prática e precoce de DRB (Figura 3). Quando algum destes sinais se encontra presente é atribuído um número específico de pontos. Uma pontuação total igual ou superior a 5 classifica um indivíduo como um caso de DRB. No sistema simplificado de Davis (UC Davis) não é necessária a medição da temperatura retal de todos os vitelos em observação, mas apenas daqueles em que os sinais visíveis perfazem uma pontuação igual ou superior a 4 (Young 2019; Silva 2020).

**Figura 3 - Avaliação da DRB com recurso a sistema de pontos (adaptado Young 2019)**

Sinal Clínico	Normal	Pontuação se anormal (qualquer severidade)			
Descarga ocular	0 	2  Ou  Ou 			
Descarga nasal	0 	4  Ou  Ou 			
Orelhas caídas ou inclinação da cabeça	0 	5  Ou  Ou 			
Tosse	0 Sem tosse	2 Tosse espontânea			
Respiração	0 Normal	2 Respiração rápida ou difícil			
Temperatura	0 < 39,2°C	2 ≥ 39,2°C			

Meios de diagnóstico adicionais como zaragatoas nasofaríngeas profundas ou oculares, lavagens broncoalveolares ou transtraqueais e serologia podem ser utilizados embora o recurso aos mesmos seja limitado não só pelo custo dos mesmos, mas também pelo procedimento mais moroso (Silva 2020). A realização de necrópsias pode, igualmente, apresentar valor diagnóstico (Silva 2020).

O recurso à terapêutica ocorre geralmente quando os sinais clínicos são evidentes, surgindo como hipótese inúmeros antibióticos, podendo ainda recorrer-se à associação de anti-inflamatórios particularmente importantes no caso de etiologia por bactérias Gram-negativas produtoras de endotoxinas, na diminuição da febre e como resposta à libertação de mediadores de resposta inflamatória (interleucinas e citoquinas) (Silva 2020).

A prevenção e/ou disseminação da doença pode ser facilitada por diversas medidas como uma boa higiene ao parto e boa ingestão de colostro, evitar estados de imunossupressão, por exemplo por carências em vitamina E e selénio, boa ventilação sem correntes de ar sempre com o sentido do fluxo de ar dos mais novos para os mais velhos, áreas de repouso adequadas e com densidade animal adequada, isolamento de vitelos doentes, correta gestão dos grupos de animais, agrupando animais das mesmas idades e tamanhos e implementação de protocolos de vacinação em vitelos (Teagasc 2017).

## 8. Controlo da temperatura ambiente e mecanismos de climatização

O stress térmico pode constituir um enorme e dispendioso problema nas explorações leiteiras, sendo responsável, como acima referido, por alterações como a redução da ingestão de matéria

seca, produção de leite, fertilidade e ainda o aumento das taxas de refugo e mortalidade (Van Os 2019).

As vacas de alta produção parecem ser mais vulneráveis ao stress térmico e com a crescente seleção para a obtenção de produções mais elevadas, bem como os esperados aumentos de temperatura e ondas de calor durante as próximas décadas, é de esperar que os prejuízos associados a este problema sejam cada vez mais relevantes e avultados (Van Os 2019).

Há que considerar que a completa ausência de stress térmico dificilmente é alcançada, no entanto, a diminuição da temperatura corporal pode ser conseguida através do arrefecimento ativo (Ferreira et al. 2016), com conseqüente redução do efeito do stress térmico e das perdas económicas associadas (Fabris et al. 2019), podendo ainda ser conjugado com o fornecimento de sombras que limitam o aumento da temperatura corporal (Van Os 2019).

Segundo Van Os (2019), existem alguns sinais que nos dão indicação da necessidade de utilização de mecanismos de arrefecimento como é o caso dos valores de THI, os mais vulgarmente utilizados, e ainda alguns relacionados com o próprio animal como é o caso do aumento da taxa respiratória. De forma mais exacerbada, o manter a boca aberta e/ou língua estendida estão associados a frequências respiratórias acima de 100 RPM e dá-nos a certeza de que o efetivo se encontra em stress térmico (Van Os 2019).

A instalação de ventiladores e pulverizadores de água acarreta, não só custos associados ao investimento inicial mas também despesas contínuas de energia e água e, embora se reconheçam inúmeros benefícios na minimização das perdas na produção, melhoria da reprodução e sobrevivência em situações de stress térmico, é importante que o produtor tenha noção dos valores envolvidos (Van Os 2019).

### **8.1. Mecanismos de arrefecimento**

O stress térmico antecede normalmente, o aparecimento de quebras de produção e a melhor forma de prevenir é a utilização combinada de aspersão de água, sombra e ventiladores (Van Os 2019).

O arrefecimento pode ser efetuado através de nebulizadores ou aspersores que podem ser por sua vez de alta pressão, baixa pressão ou produzir gotículas grosseiras (Van Os 2019). Na nebulização, método mais comumente utilizado em climas de menor humidade, o arrefecimento dos animais ocorre de forma indireta, libertando inúmeras gotículas de água, que evaporam e baixam a temperatura do ambiente, gerando um microclima (Van Os 2019). Em climas de maior humidade

este processo vê-se dificultado pela perda de calor latente e maior dificuldade no processo de evaporação (Van Os 2019).

Na aspersão de baixa pressão, ocorre um arrefecimento do ar através da produção de gotas mais pequenas que evaporam antes de aterrar nas vacas, no entanto, o maior proveito é tirado da água que molha os animais diretamente, sendo que esta evapora devido ao calor libertado pelo próprio animal. A aspersão é efetuada em ciclos *on-off* pré-definidos (Van Os 2019).

Os aspersores são normalmente colocados por cima da zona de alimentação, no parque de espera da sala de ordenha, ou sobre a saída da mesma, sendo que existem produtores que instalam estes equipamentos também na sala de ordenha. Os aspersores devem ser colocados em posição de molhar o dorso dos animais, evitando que se molhe a cabeça do animal, a comida e que ocorram escorrências para a glândula mamária, pois estas constituem uma preocupação no desencadear de mastites (Van Os 2019).

O processo de arrefecimento pode ser otimizado através da própria circulação de ar nas instalações ou através de ventiladores, que facilitam o processo de evaporação e a dissipação do calor libertado pelo animal (Van Os 2019).

A utilização de aspersores de baixa pressão e alto fluxo mostraram ser eficazes na redução da temperatura corporal, da frequência respiratória e da temperatura à superfície do corpo, tendo estado também associados ao aumento da IMS e melhores produções de leite. Mostrou ainda ser benéfica na prevenção de comportamentos de afastamento de insetos por parte das vacas, como o abanar a cauda e tremer da pele (Van Os 2019).

Estes sistemas podem estar associados a consumos de água que variam entre 4,5-25,7 L/h por vaca, o que constitui uma despesa relevante (Van Os 2019). Para além disso geram um maior volume de chorume, que também tem custos adicionais. A dissipação de calor corporal é facilitada quando a temperatura da água fornecida pelo sistema de arrefecimento é inferior à temperatura corporal. Além disso, o microclima, resultante das gotas que evaporam aquando da aspersão, torna-se mais fresco. Uma única pulverização de 3 minutos (usando 1,3 L/min) ou 90 segundos (usando 4,9 L/min) mostrou ser eficaz na redução da temperatura corporal e frequência respiratória, sendo que aplicações até 13 minutos resultaram em maiores reduções destes dois indicadores (Van Os 2019).

Quando o clima é de menor humidade, a quantidade ótima parece ser aproximadamente de 4 L de água, 4 a 5 vezes por hora, com capacidade para arrefecer 2 a 3 animais que se encontrem no corredor de alimentação, demorando a água em média, 14 a 16 min a secar (Van Os 2019). Sabe-se, no entanto, que o tempo de secagem é reduzido quando a temperatura é mais elevada ou existe

vento. Por forma a garantir um arrefecimento consistente recomenda-se pulverizações com um intervalo inferior a 15 minutos (Van Os 2019).

É ainda de referir que, geralmente, os aspersores de baixo fluxo produzem gotas mais pequenas, pelo que existe a possibilidade de estas atingirem o alimento e não as vacas por serem levadas mais facilmente pelo vento ou circulação de ar (Van Os 2019), levando potencialmente a um aumento da humidade nos alimentos e redução de ingestão de matéria seca. Por forma a colmatar este problema, podem colocar-se os aspersores mais próximos dos animais, tanto quanto possível desde que os mesmo não tenham possibilidade de danificar o material (Van Os 2019).

Os sistemas de aspersores são normalmente ativados em ciclos temporizados e independentes da densidade animal no momento, desperdiçando inevitavelmente água nos momentos em que se encontram menos animais na área afeta (Van Os 2019). Existem, no entanto, sistemas de sensores que ativam os bicos de pulverização através da deteção da presença de animais limitando assim as perdas (Van Os 2019).

**Figura 4 - Estábulo de vacas secas com sistema de arrefecimento (foto original 27.05.2021)**



Existem ainda soluções de arrefecimento através da aspersão do úbere, embora pouco comuns em locais com maior humidade relativa, pois dependem grandemente da correta secagem dos tetos para que se evite a contaminação bacteriana (Van Os 2019). Não obstante, este mecanismo apresenta aparentemente, igual benefício na redução da temperatura corporal (Van Os 2019).

## **8.2. Efeitos da utilização de mecanismos de arrefecimento durante o período seco**

A implementação de arrefecimento durante o período seco parece promover um melhor desenvolvimento mamário antes do parto que se reflete numa maior performance produtiva na lactação subsequente (Tao and Dahl 2013).

A ausência de arrefecimento evaporativo durante todo o período seco, na primeira ou na segunda metade, tem efeitos igualmente negativos na produção de leite na lactação subsequente em comparação com as vacas secas com acesso a mecanismos de arrefecimento (Tao et al. 2019). Além disso, as curvas de lactação de vacas com acesso a arrefecimento durante o período seco mostraram ser persistentemente superiores em relação às dos animais que não dispunham destes meios (Tao and Dahl 2013).

Ainda assim, o fornecimento de arrefecimento apenas na forma de sombra ou aspersão por um curto período durante o dia apresentaram aumentos ligeiros na produção durante a lactação subsequente e não se mostraram estatisticamente significativos (Tao and Dahl 2013). No entanto, quando o arrefecimento foi disponibilizado não só através de sombra, mas recorrendo também a aspersores e ventiladores, a lactação subsequente foi substancialmente melhorada (Tao and Dahl 2013).

Segundo Tao and Dahl (2013), em comparação com vacas não sujeitas a arrefecimento, o arrefecimento ativo durante os últimos 28 dias de gestação foi responsável pelo acréscimo de produção leiteira nos primeiros 60 dias de lactação. Além disso, novilhas de substituição sujeitas a mecanismos de climatização em fases finais da gestação mostraram produções leiteiras superiores na primeira lactação (Ferreira et al. 2016).

De acordo com Tao et al. (2019), as novilhas leiteiras nascidas de vacas secas não sujeitas a arrefecimento evaporativo apresentaram 22,7 % de probabilidade de deixar o rebanho antes da puberdade, valor superior aos 12,2 % das novilhas nascidas de vacas com arrefecimento evaporativo durante o período seco.

De acordo com Fabris et al. (2019) a redução do stress térmico no verão mediante aplicação de mecanismos de climatização durante todo o período seco levou a um aumento da produção leiteira na ordem dos 4 a 7,5 kg/dia na lactação subsequente quando comparadas com vacas sem climatização. Quando o arrefecimento apenas se deu nas últimas 2 a 4 semanas de gestação, a produção leiteira teve um acréscimo de apenas 1,4 kg/dia.

Não obstante, as curvas de lactação das vacas com arrefecimento no pré-parto foi consistentemente melhores na lactação subsequente relativamente às que se encontravam em stress térmico neste período (Tao and Dahl 2013). Além do aumento da produção leiteira verifica-se um aumento da produção de sulfato de estrona que reflete a melhoria da função placentária (Tao et al. 2019).

Vacas secas sujeitas a arrefecimento apresentaram ainda vantagens consideráveis no peso ao nascimento dos vitelos relativamente aos de vacas sob influência de stress térmico (Dahl et al. 2016).

O estudo efetuado por Fabris et al. (2019) revela que a disponibilização de arrefecimento evaporativo exclusivamente numa fase inicial ou numa fase muito tardia não recupera a quebra de produção leiteira desencadeada pela sujeição a situações de stress térmico. No entanto, um estudo efetuado por Urdaz et al. (2006) revelou que o arrefecimento ativo fornecido nos últimos 28 dias de gestação foi responsável pelo aumento da produção leiteira nos primeiros 60 dias de lactação em comparação com as vacas sem qualquer tipo de arrefecimento ativo.

## **9. Custos associados à instalação de sistemas de arrefecimento**

Os custos associados ao arrefecimento de vacas incluem o investimento, caso não exista, na construção de um parque destinado à instalação do sistema de arrefecimento, ventiladores e/ou nebulizadores, a que acrescem as despesas com eletricidade e água durante os dias de stress térmico (Ferreira et al., 2016).

De acordo com o estudo efetuado em 50 estados americanos por Ferreira et al. (2016) que pretendeu quantificar as perdas económicas associadas ao stress térmico bem como o benefício da instalação de sistemas de arrefecimento em vacas secas, foi determinado o rendimento extra em leite por vaca seca com acesso a arrefecimento mediante o preço em vigor no mercado multiplicando pelo aumento da produção de leite a partir do momento em que foi instalado o sistema de arrefecimento (Ferreira et al., 2016). Para o mesmo estudo partiu-se ainda do pressuposto de que cada vaca consome cerca de 0,4 kg de MS por cada kg de leite produzido e um custo por cada Kg de MS de 0,24 €\* (Ferreira et al., 2016). Desta forma, a diferença entre o preço do leite e custo de alimentação foi de 0,28 €\* por kg a mais de leite como resultado da utilização de arrefecimento em vacas secas (Ferreira et al., 2016).

Neste estudo eram considerados sistemas de arrefecimento constituídos por ventiladores (0,4 kW, 80 cm) que se presumiu terem 7 anos de vida útil e nebulizadores mais canalização com 5 anos de vida útil sendo que o custo de cada ventilador rondou os 602,60 €\* (Ferreira et al., 2016).

Para o estudo foi assumida uma eficiência energética dos ventiladores de 0,75 kW para 24h durante os dias em que existiu stress térmico. Foi estimado um consumo de 56,8 L de água por dia para arrefecer uma vaca seca (Ferreira et al., 2016).

Considerando que o custo do estábulo foi de 2161,11 €\* e a sua manutenção por vaca seca por ano foi de 77,80 €, o custo por ventilador de 605,11 €, custo dos nebulizadores de 7,69 €\* e se consideraram 90 dias de stress térmico, o aumento do leite foi de 5 kg/d\* e o preço do leite ronda os 0,47 €/kg\*, o preço da MS foi de 0,24 €/kg\*, verificou-se que o valor líquido por vaca por ano foi

igual a 30,26 €\*. Não sendo necessária a construção de um parque para estabulação dos animais e um valor de 0 €\* para a manutenção das camas, o valor líquido por vaca por ano foi de 53,60 €\* (Ferreira et al., 2016).

O estudo acima referido revelou um enorme benefício na utilização dos sistemas de arrefecimento em vacas secas. Dependendo dos critérios utilizados em cada caso e o tipo de produção, o *breakeven* pode ser atingindo de forma mais ou menos rápida. Por exemplo, num modelo de vacas confinadas, considerando os preços praticados e um aumento de consumo de MS, o breakeven seria de 265 kg de produção adicional na lactação subsequente para atingir um Valor Presente Líquido (NPV) nulo, ou seja, considerando um aumento médio de 5 kg/dia, o retorno desse investimento é atingido em 53 dias. Já no caso em que não são considerados custos com novas infra-estruturas para a instalação dos sistemas de arrefecimento, o *breakeven* será de 40 kg (Ferreira et al., 2016).

## **OBJETIVO**

O stress por calor parece influenciar a saúde das vacas pós-parto, a sua produtividade e a saúde dos vitelos e o seu crescimento. O arrefecimento das maternidades e parques destinados à estabulação de vacas secas parece fazer sentido, mas é praticamente inexistente em vacarias em Portugal. Com este trabalho pretendeu-se, primeiramente, perceber o custo-benefício da instalação de mecanismos de arrefecimento no parque destinado à estabulação de vacas secas. Como objetivos secundários procurou-se identificar possíveis influências do stress térmico na ingestão de matéria seca no periparto, incidência de doenças, taxa de refugo e incidência de mortalidade em vacas no pós-parto bem como na quantidade e qualidade do colostro produzido e doenças em vitelos até ao desmame.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Descrição da Exploração**

O estudo contemplou os dados recolhidos no período de novembro de 2019 a agosto de 2021 na empresa agropecuária Barão & Barão Lda., situada no concelho de Benavente e destinada à produção de leite de vaca, desde 1979, e de cabra, desde 2004.

A Barão & Barão Lda iniciou também em 2014 a produção de carne com um efetivo de cerca de 850 animais Cruzados de Limousine e de Charolês

\*1 dólar=0.85€; convertido a 21 de julho de 2021

em regime extensivo na Azervadinha, concelho de Coruche. Além destes animais de aptidão carne, é também desenvolvida nesta propriedade a recria de machos *Holstein Friesian*, fêmeas *freemartin* e animais cruzados de carne destinados ao abate para consumo humano por volta dos 8 meses de idade e fêmeas *Holstein Friesian* até que atinjam a idade e peso para iniciarem a sua vida reprodutiva, momento em que são novamente movimentadas para a herdade localizada em Benavente.

A empresa conta, neste momento, com um efetivo bovino de cerca de 1000 animais de raça *Holstein Friesian*, com cerca de 550 vacas à ordenha e uma produção média de cerca de 13.000 L/vaca/ano com 3 ordenhas diárias, desde 2018. O efetivo caprino contempla cerca de 1600 animais de raça Alpina e Saanen com aproximadamente 1000 cabras à ordenha.

Capitalizam uma área de cerca de 1000 hectares (ha), onde se incluem 200 ha de regadio, com a produção de forragens próprias destinadas à alimentação do efetivo.

As áreas destinadas à estabulação de vacas secas apresentam uma área total de cerca de 450 m<sup>2</sup>, sendo que o parque do pré-parto corresponde a cerca de 330 m<sup>2</sup>.

No parque das vacas secas, foi instalado um sistema de arrefecimento no mês de julho de 2020 que consiste em 2 ventiladores Kühlblu™ CC 32.40 32” no parque de pré-parto (Figura 5) e 3 ventiladores Kühlblu™ CC 32.40 32” no parque destinado às vacas secas com gestações menos avançadas (Figura 6), acionado no dia 30 de julho de 2020 e desativado em outubro do mesmo ano.

Surgem ao longo do trabalho menção a dois limiares de THI que correspondem respetivamente ao limiar de THI para definição de stress térmico (THI ≥ 68) e ao valor, predefinido pela exploração em estudo, a partir do qual se inicia o funcionamento dos sistemas de arrefecimento (THI ≥ 72).

**Figura 5 - Ventiladores instalados no parque de pré-parto (foto original)**



**Figura 6 - Ventiladores instalados no parque das vacas secas (foto original)**



## **Recolha de informação**

A recolha de dados teve por base os registos ambientais de janeiro de 2019 a agosto de 2021 em formato de folha de Excel®, que à data já eram efetuados na exploração, e que incluíam as temperaturas dos parques de animais secos e do pré-parto em graus Celsius e humidade relativa em percentagem, detetados de 15 em 15 minutos por sondas instaladas nestes parques, o que possibilitou a obtenção de valores médios diários. Os THI diários médios eram calculados de forma automática pelo próprio programa. Considerou-se a presença de stress térmico para valores de um THI iguais ou superiores a 68 para a definição de presença ou ausência de stress térmico nos parques, embora a ativação do arrefecimento se desse apenas a partir de valores de THI iguais ou superiores a 72.

Para a classificação dos meses em estudo em função das condições THI, consideraram-se todos os registos de que se dispunha até à data do início do estudo de forma a perceber as variações ao longo deste período, o que correspondeu a 488 dias, entre setembro de 2019 e dezembro de 2020. Posteriormente e de forma a compreender melhor estas variações ao longo do ano para esta região, foram solicitados os restantes registos de 2019 bem como todos os registos de THI referentes ao ano de 2021.

Com a ativação automática dos sistemas de arrefecimento com THI iguais ou superiores a 72, considerámos para o estudo, que com a sua ação, era atingido um valor de THI de 70, embora um pouco acima do valor conhecido para definição da presença de stress térmico ( $\text{THI} \geq 68$ ).

A dieta fornecida era igual para vacas e primíparas e fornecida por um *unifeed* automatizada. Os valores de IMS média por vaca em kg/dia eram obtidos subtraindo aos valores conhecidos das quantidades colocadas a cada dia o que sobrava na manjedoura no dia seguinte, operação realizada pelo operador de *unifeed*. Foram contemplados valores de setembro de 2019 a dezembro de 2020. A dieta era semelhante para ambos os grupos de vacas secas e pré-parto, exceção feita à presença de sais aniónicos incorporados na dieta dos animais pré-parto.

As fórmulas usadas de setembro de 2019 a dezembro de 2020 tiveram pequenas variações na formulação ao longo do tempo, mostradas no anexo 1, contendo um valor médio de fibra efetiva de 39 a 40 % na matéria seca. É de referir que, nesta exploração, são usados, em animais com mais de 3 lactações, partos gemelares, de condição corporal elevada ou que na lactação anterior tenham manifestado dificuldades no arranque, dispositivos intrarruminais de libertação contínua contendo monensina (*Kexxtone*) como substância ativa de forma a prevenir cetoses no pós-parto. Estes dispositivos são administrados antes da mudança dos animais para o grupo de pós-parto, cerca de 21 dias antes da data prevista de parto.

No caso da IMS no parque pré-parto não foram considerados os valores de IMS nas datas em que se registaram intervenções na vacaria por efeito de mudança de camas/palha. Esta medida deveu-se ao fato da operação gerar impacto direto e imediato no decréscimo da quantidade de IMS, por transferência do consumo alimentar das vacas para a palha fresca. Assim, não foram considerados os registos de IMS de 47 dias, as análises de IMS no pré-parto reportam os restantes 441 registos.

Foram também extraídas listagens, contemplando os meses de setembro a dezembro de 2019 e 2020 através do programa de gestão da exploração, Dairy Plan® 5.3, que permitiu o acesso a todos os registos diários do efetivo total, animais em produção, número de vacas secas, quantidade de colostro, em litros, e qualidade do mesmo em % Brix, que era determinada a partir de um refratómetro digital. O colostro colhido na primeira ordenha da vaca era avaliado em termos de qualidade e posteriormente pasteurizado e congelado se a quantidade fosse superior à necessária para os vitelos nascidos. A todos os vitelos eram fornecidos 4 L após pasteurização dando preferência a Brix mais elevados para as fêmeas (superior a 22%). Colostros com Brix inferiores a 18% não eram aproveitados para administrar aos vitelos e os que tivessem Brix entre 18 e 22% eram dados aos machos. Estas listagens incluíram ainda a incidência de doenças no pós-parto bem como em vitelos, eliminações e mortalidade dos animais e sua causa. De referir que os diagnósticos foram efetuados pelo veterinário residente da exploração após identificação de alterações na produção e/ou comportamento do animal pelo próprio ou pelos zootécnicos ou tratadores, sendo posteriormente inseridos no programa de gestão.

De modo a fazer face a todos os efeitos conhecidos do stress térmico durante o período seco, foi intenção da exploração em estudo investir num sistema de arrefecimento que entrou em funcionamento em julho de 2020 e que consistiu em 2 ventiladores no parque de pré-parto e 3 ventiladores no parque destinado às vacas secas, cada um com 6 nebulizadores.

Mediante a avaliação de orçamentos, a empresa optou pelos sistemas de arrefecimento que apresentavam menores débitos de água pois o escoamento dos parques em questão era de difícil execução. No fundo, apesar de ambos os produtos se terem mostrado de boa qualidade e com

provas dadas, no caso em concreto da exploração em estudo era essencial que o mesmo garantisse a menor quantidade de efluentes a chegar à nitreira.

A implementação destes equipamentos necessitou ainda da instalação de uma linha trifásica e canalização de água com 3 kg de pressão.

O investimento ficou em cerca de 18 750 € em ventiladores e nebulizadores. Relativamente aos gastos associados ao funcionamento, a água é proveniente de furo próprio e a eletricidade beneficia da instalação fotovoltaica também existente na exploração. Estes ventiladores marca *KühlBlu* modelo CC 32.40 são de 32 polegadas com 380-480 V 50/60 Hz e 4,00 kw. Foi definido o acionamento dos mesmos para um THI superior ou igual a 72.

## **Análise Estatística**

O registo dos dados reunidos de setembro de 2019 a agosto de 2021 foi efetuado pelo programa Excel (Microsoft Office 365), através do qual foram calculadas médias e elaborados gráficos por forma a preparar a informação não só para uma melhor interpretação de alguns dados bem como para facilitar a análise estatística através do programa SPSS V.25, a partir do qual se relacionou a presença ou ausência de stress térmico com a IMS durante o período seco, a incidência de doenças no pós-parto, eliminações e mortalidade bem como a quantidade e qualidade do colostro fornecido em dois períodos diferentes, antes e após a aplicação de sistemas de arrefecimento nos parques destinados à estabulação de vacas secas. Para o estudo consideraram-se os meses de setembro a dezembro de 2019 e o período homólogo em 2020.

Relativamente às variáveis em estudo e face ao objetivo proposto, foi efetuado, para a classificação dos meses em estudo em função das condições THI (Com stress térmico, Sem stress térmico e Sem stress térmico por meio de arrefecimento artificial) o teste do qui-quadrado que verifica se existe associação entre as categorias de duas variáveis qualitativas mediante um  $p < 0,05$ .

Para perceber a variação da IMS no pré-parto durante o período de estudo, teve-se em conta o coeficiente de variação, uma medida de dispersão, que permite verificar a homogeneidade do consumo em cada mês.

Para a avaliação do impacto das condições de stress térmico na IMS no Pré-parto e da eficácia do sistema de arrefecimento artificial, procedeu-se à comparação da IMS em função das condições térmicas na vacaria recorrendo à ANOVA, verificando-se diferença para  $p < 0,05$ . Para a realização deste teste foi necessária a validação dos pressupostos de normalidade de distribuição (Teste de Kolmogorov) e de homogeneidade de variâncias (Teste de Levene) constantes em anexo. Não se verificando a homogeneidade de variâncias foi necessário recorrer-se à correção de Welch na

metodologia. O teste de Games-Howell é o teste de comparação múltipla utilizado para identificar entre que grupos/amostras há diferenças significativas no caso de inexistência de homogeneidade de variância. Neste caso (Tabela 4), O primeiro p é a significância do teste de ANOVA e quando  $<0,05$  há diferenças entre as 3 médias em comparação.

Como são 3 condições, é necessário saber entre quais há diferenças. Para isso tem de se fazer um outro teste de post-hoc (games-howell) para identificar entre que grupos há diferenças.

A relação entre IMS no pré-parto e doenças no pós-parto teve em conta a correlação de Pearson, significativo para  $p < 0,05$ . No caso concreto do deslocamento de abomaso foi ainda possível a realização de uma regressão linear simples, tendo a média de IMS no mês anterior ao parto (Kg/vaca/dia) como preditor da percentagem de vacas com deslocamento de abomaso, obtendo-se um modelo estatisticamente significativo, sendo que para um valor de  $p < 0,05$  há diferenças entre as condições. De referir ainda que as falhas de reprodução mencionadas na tabela incluem o número de abortos e retornos ao cio em função do número total de vacas.

## RESULTADOS

### 1. THI registados na exploração 2019, 2020 e 2021

Tabela 1 - Análise do THI de janeiro de 2019 a agosto de 2021

	2019 (Jan-Dez)		2020 (Jan-Dez)		2021 (Jan-Ago)		Média de dias c/ stress térmico (anual)	% anual de dias com stress térmico	Média de dias de uso de coolings/ano
	COM Stress	SEM stress	COM stress	SEM stress	COM stress	SEM stress			
Nº Dias c/ stress térmico	215	153	205	161	178	83	210	58%	162,5
Média do THI	70		71		71				
Média de dias/ano com stress térmico	58%		56%		68%				
THI > 72	167		158		126				

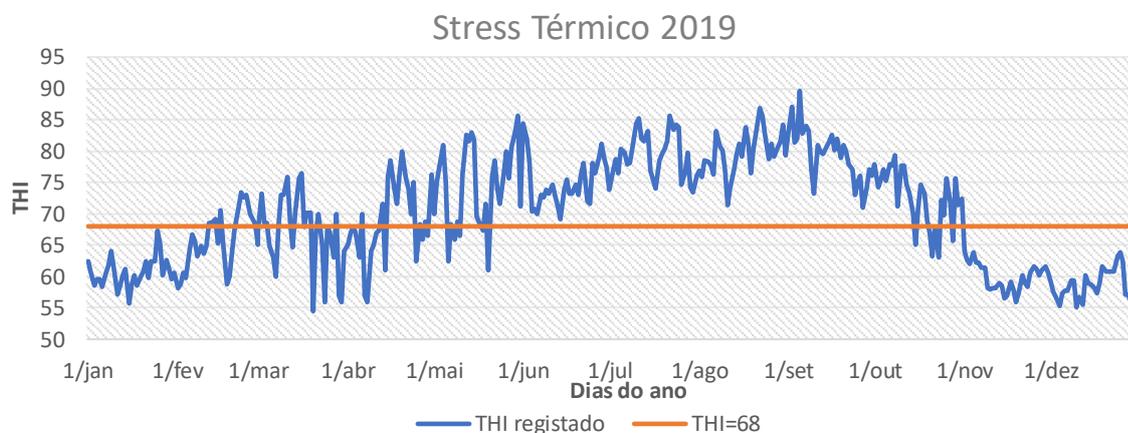
THI > 72 – Valor de THI a partir do qual entram em funcionamento os sistemas de arrefecimento.

De acordo com os dados recolhidos (Tabela 1) pode verificar-se que no ano de 2019 se registaram 215 dias em que se verificou um  $THI \geq 68$ . Já no ano de 2020 foram 205 dias e nos meses de janeiro a agosto de 2021 foram 178 os dias em que se registou stress térmico.

Considerando apenas os registos de 2019 e 2020, anos em que temos dados do ano completo, temos que a média anual de dias com stress térmico registado na exploração, ou seja, dias em que o THI foi superior ou igual a 68, foi de 210, o que corresponde a 58% do ano.

Encontram-se abaixo os gráficos de distribuição dos THI diários na Exploração Barão & Barão nos anos de 2019, 2020 e 2021 (Figuras 7, 8 e 9).

**Figura 7 - Gráfico de distribuição dos THI diários na Exploração Barão & Barão em 2019**



**Figura 8 - Gráfico de distribuição dos THI diários na Exploração Barão & Barão em 2020**



**Figura 9 - Gráfico de distribuição dos THI diários na Exploração Barão & Barão em 2021**



### 1.1. Classificação dos meses em estudo em função das condições THI

Nos 488 dias decorridos no período de setembro de 2019 a dezembro de 2020 em 30,1 % dos dias a vacaria esteve sujeita a stress térmico (147 dias), em 56,4 % dos dias esteve sem stress térmico (275 dias) e em 13,5 % dos dias esteve sem stress térmico por arrefecimento artificial (66 dias). Analisada a distribuição dos resultados e testada a associação entre o mês em estudo e as condições térmicas na vacaria, verificou-se uma associação significativa ( $X^2_{(30)}=652,720$ ,  $p<0,001$ ).

Assim, de acordo com a Tabela 2, os meses de setembro (96,7 %) e outubro (61,3%) de 2019 e de maio (77,4%), junho (86,7%) e julho (93,5%) de 2020, tendem a apresentar uma maior prevalência de dias com stress térmico, comparativamente com os restantes meses (residuais ajustados respetivos de 8,2, 3,9, 5,9, 7,0 e 8,0).

**Tabela 2 - Classificação dos meses estudo em função das condições térmicas diárias na vacaria**

Ano	Mês	COM Stress Térmico			SEM Stress Térmico			SEM Stress Térmico ARREFECIMENTO			Total dias
		Nº dias	%	RA	Nº dias	%	RA	Nº dias	%	RA	
2019	Setembro	29	96,7	8,2	1	3,3		0	0,0		30
	Outubro	19	61,3	3,9	12	38,7		0	0,0		31
	Novembro	0	0,0		30	100,0	5,0	0	0,0		30
	Dezembro	0	0,0		31	100,0	5,1	0	0,0		31
2020	Janeiro	0	0,0		31	100,0	5,1	0	0,0		31
	Fevereiro	0	0,0		29	100,0	4,9	0	0,0		29
	Março	5	16,1		26	83,9	3,2	0	0,0		31
	Abril	5	16,7		25	83,3	3,1	0	0,0		30
	Maio	24	77,4	5,9	7	22,6		0	0,0		31
	Junho	26	86,7	7,0	4	13,3		0	0,0		30
	Julho	29	93,5	8,0	0	0,0		2	6,5		31
	Agosto	0	0,0		0	0,0		31	100,0	14,5	31
	Setembro	0	0,0		12	40,0		18	60,0	7,7	30
	Outubro	3	9,7		13	41,9		15	48,4	5,9	31
	Novembro	7	23,3		23	76,7	2,3	0	0,0		30
	Dezembro	0	0,0		31	100,0	5,1	0	0,0		31
Total		147	30,1		275	56,4		66	13,51		488

THI  $\geq$  72 - Ponto de corte para condição de Stress térmico,

Estatística e significância de Teste de Associação do Qui-quadrado:  $X^2_{(30)}=652,720$ ,  $p<0,001$

RA - Resíduos Ajustados com significância estatística  $> 1,96$

Os meses de novembro (100%) e dezembro (100%) de 2019 e de janeiro (100%), fevereiro (100%), março (83,9%), abril (83,3%), novembro (76,7%) e dezembro (100%) de 2020 tendem a apresentar uma maior prevalência de dias sem stress térmico, comparativamente com os restantes meses (residuais ajustados respetivos de 5,0, 5,1, 5,1, 4,9, 3,2, 3,1, 2,3 e 5,1).

Os meses de agosto (100%), setembro (60%) e outubro (48,4%) de 2020 tendem a apresentar uma maior prevalência de dias sem stress térmico por arrefecimento, comparativamente com os restantes meses (residuais ajustados respetivos de 14,5, 7,7 e 5,9). De notar ainda que dos 83 dias decorridos entre 30 de julho e 20 de outubro de 2020, o sistema de arrefecimento térmico artificial operou na vacaria em 64 dos dias, ou seja, em 77,1% dos dias no período.

Decorrente dos resultados, será atribuída a seguinte condição aos meses designados:

- Com stress térmico - setembro e outubro de 2019 e maio, junho e julho de 2020;
- Sem stress térmico - novembro e dezembro de 2019, janeiro, fevereiro, março, abril, novembro e dezembro de 2020
- Sem stress térmico por arrefecimento - agosto, setembro e outubro de 2020

## **2. IMS no pré-parto**

Considerando-se os 441 registos de IMS no pré-parto (Tabela 3), temos que nos meses sem stress térmico observaram-se médias de IMS no pré-parto entre 11,19 e 11,93 kg/vaca/dia, registando-se no mês de novembro de 2020 uma elevada heterogeneidade no volume diário de IMS ao longo do mês (CV > 30%).

**Tabela 3 - Descritivos de IMS pré-parto (Kg/vaca/dia) por mês em estudo.**

Ano	Mês	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV	(1)
<b>2019</b>	Setembro (a)	28	10,5	14,9	12,88	,95	7,4%	2
	Outubro (a)	29	8,1	13,2	10,07	1,18	11,7%	2
	Novembro (b)	25	8,0	15,9	11,42	2,21	19,3%	5
	Dezembro (b)	28	9,1	13,0	11,19	1,09	9,7%	3
<b>2020</b>	Janeiro (b)	29	8,2	14,0	11,74	1,48	12,6%	2
	Fevereiro (b)	26	8,3	13,3	11,25	1,44	12,8%	3
	Março (b)	29	9,5	14,2	11,79	1,15	9,7%	2
	Abril (b)	27	8,9	14,6	11,93	1,38	11,6%	3
	Maió (a)	28	7,0	15,4	10,98	2,04	20,0%	3
	Junho (a)	28	5,5	15,2	11,12	2,32	20,9%	2
	Julho (a)	29	6,2	11,8	9,42	1,26	13,4%	2
	Agosto (c)	29	9,7	14,9	11,56	1,47	12,7%	2
	Setembro (c)	28	8,4	14,0	11,39	1,23	10,8%	2
	Outubro (c)	29	9,3	13,0	11,00	1,01	9,2%	2
	Novembro (b)	24	8,1	20,9	11,68	3,83	32,8%	6
	Dezembro (b)	25	8,4	14,6	11,24	1,68	14,9%	6
<b>Total</b>		441	5,5	20,9				47

(1) Registos de IMS não considerados por procedimentos na vacaria ou ausência de registo.

(a) meses em condição de Stress Térmico.

(b) meses em condição de SEM Stress Térmico.

(c) meses em condição de SEM Stress Térmico por arrefecimento artificial.

CV - Coeficiente de Variação da IMS no mês em referência.

Nos meses sem stress térmico por arrefecimento artificial, observam-se médias de IMS no pré-parto entre 11,00 e 11,56 kg/vaca/dia, havendo uma homogeneidade no volume de IMS em cada um dos meses de agosto, setembro e outubro de 2020 (CV < 15%).

Foi nos meses com stress térmico que se observaram os menores valores diários de IMS no pré-parto, nomeadamente de 5,5 kg/vaca/dia no mês de junho, de 6,2 kg/vaca/dia no mês de julho e de 7,0 kg/vaca/dia no mês de maio. Nestes meses, as médias mensais de IMS no pré-parto variaram entre 9,42 (kg/vaca/dia) e 12,88 (kg/vaca/dia), sendo estas respetivamente as médias de IMS mais baixa e mais elevada no conjunto dos meses em estudo, as quais ocorreram em julho de 2020 (9,42 kg/vaca/dia) e setembro de 2019 (12,88 kg/vaca/dia).

De modo a validar o impacto das condições de stress térmico na IMS no pré-parto e a eficácia do sistema de arrefecimento artificial, procedeu-se à comparação da IMS em função das condições térmicas na vacaria.

Na Tabela 4, são apresentados os resultados da referida análise e, da sua leitura, verifica-se que nos 137 dias em que a vacaria esteve sob stress térmico, a IMS das vacas em pré-parto variou entre 5,5 e 15,4 kg/vaca/dia sendo em média de 10,88 kg/vaca/dia (DP=1,96). Nos 244 dias em que a vacaria não esteve sob stress térmico, a IMS variou entre 8,0 e 20,9 kg/vaca/dia, com uma média de 11,47 kg/vaca/dia (DP=1,87). No conjunto dos 60 dias em que a vacaria esteve sob stress térmico e este foi atenuado por ação do sistema de arrefecimento artificial, a IMS das vacas variou entre 8,2 e 14,9 kg/vaca/dia, sendo em média de 11,44 kg/vaca/dia (DP=1,30). Estas médias revelaram-se estatisticamente diferentes ( $F_{(2, 181)}=5,397$ ,  $p=0,013$ ), havendo evidências de que no pré-parto, a IMS das vacas em condições de stress térmico é significativamente inferior à IMS em condições de ausência de stress térmico (post-hoc  $p=0,013$ ), e marginalmente inferior à média de IMS das vacas em condições de ausência de stress térmico por efeito de arrefecimento artificial (post-hoc  $p=0,050$ ). Entre as condições de sem stress térmico e sem stress térmico por arrefecimento não se observam diferenças significativas na quantidade de IMS ( $p>0,05$ ).

**Tabela 4 - Descritivos de IMS Pré-Parto (kg/vaca/dia) por condições térmicas na vacaria**

Condição	N	Min-Max	Média	Desvio padrão	F <sup>a</sup>	p	Post-Hoc
COM Stress Térmico	137	5,5-15,4	10,88 <sup>12</sup>	1,96	4,442	0,013	1 p=0,013
SEM Stress Térmico	244	8,0-20,9	11,47 <sup>1</sup>	1,87			2 p=0,050
SEM Stress Térmico por Arrefecimento	60	8,2-14,9	11,44 <sup>2</sup>	1,30			

a. Correção de Welch, Post-Hoc - Games-Howell

F - Resultado do teste de ANOVA (resultado da aplicação da fórmula do teste)

<sup>1</sup> Há diferenças entre as médias

<sup>2</sup> Há diferenças marginalmente significativas entre as médias

### 3. IMS no pré-parto e doenças pós-parto

Na Tabela 5 são apresentadas as correlações entre a IMS no mês pré-parto, com a incidência de doenças no pós-parto em vacas e vitelos. Assim, correlacionou-se a IMS efetuada no mês anterior ao parto com a % de doenças que ocorreram no pós-parto, de modo a perceber se o consumo das vacas gestantes no mês anterior ao parto teve impacto na incidência de doenças no pós-parto.

**Tabela 5 - Correlações entre IMS no mês pré-parto e doenças no pós-parto em vacas e vitelos em função do número de partos**

Animal	Patologias pós-parto	Média IMS (Kg)		Média IMS (Kg)	
		mês Pré-Parto		mês Pós-Parto	
		Correlação	p	Correlação	p
Vacas	Hipocalcemia %	,150	,593	,390	,136
	Cetose (%)	-,132	,640	,536*	,032
	Deslocamentos de abomaso (%)	-,533*	,041	,358	,173
	Metrites (%)	,417	,122	-,251	,348
	Retenção de Placenta (%)	-,246	,378	-,206	,444
	Abortos - vacas (%)	-,339	,217	,075	,782
	Falha de reprodução em vacas (%)	-,015	,958	,085	,755
Vitelos	Diarreias tratadas (<60 dias)	,138	,623	-,349	,185
	Pneumonias (Recria < 90 dias)	-,048	,865	,220	,414

Correlação de Pearson \* Significativo para  $p < 0,05$

### 3.1. IMS no mês pré-parto e doenças no pós-parto

Observa-se uma correlação negativa significativa de moderada intensidade entre a média de IMS no mês anterior ao parto e a percentagem de vacas que manifestaram deslocamentos de abomaso ( $r = -0,533$ ,  $p = 0,041$ ). Tem-se assim que a elevada IMS no mês anterior ao parto encontra-se associada a incidência reduzida de vacas com deslocamento de abomaso e vice-versa. Não se observaram correlações significativas da IMS no mês anterior ao parto e as restantes doenças em vacas ou nos vitelos ( $p > 0,05$ ).

Face a estes resultados, foi realizada uma regressão linear simples (Tabela 6), tendo a média IMS no mês anterior ao parto (kg) como preditor da percentagem de vacas com deslocamento de abomaso. Obteve-se um modelo estatisticamente significativo ( $F_{(1, 13)} = 5,165$ ,  $p = 0,041$ ), onde a média de IMS no mês anterior ao parto ser revelou um preditor significativo da incidência de vacas com deslocamento de abomaso ( $B = -2,575$ ,  $t = -2,273$ ,  $p = 0,041$ ). A média de IMS no mês pré-parto explica 22,9% da variância da proporção de vacas que manifesta a doença. Pela reta ajustada do modelo (% Deslocamento Abomaso =  $31,907 - 2,575 \times$  Média IMS pré-parto) (Tabela 6), pode ainda complementar-se com a informação de que a subida de 1 kg na IMS no mês anterior ao parto refletiu-se numa diminuição em 2,58% na percentagem de vacas que no pós-parto manifesta deslocamento de abomaso.

**Tabela 6 - Regressão linear simples – média da IMS no Pré-Parto (Kg) como preditor da percentagem de vacas com cetose**

	B	t	p
Constante	31,907	2,502	,027
Média IMS no mês Pré-Parto (Kg)	-2,575	-2,273	,041
Modelo	$F_{(1,13)}=5,165, p=0,041$		
% Deslocamento do abomaso	$R^2=0,284, R^2_{Ajust}=0,229$		

#### 4. Correlações entre doenças

Da análise da incidência de doenças manifestadas pós-parto em cada um dos meses em estudo, emerge uma relação negativa significativa de elevada intensidade entre a percentagem de vacas com retenção placentária e a percentagem de vacas com hipocalcemia ( $r = -0,664, p=0,005$ ) (Tabela 7). Verifica-se assim que a elevadas percentagens de vacas com retenção placenta encontram-se associadas reduzidas percentagens de vacas com hipocalcemia e vice-versa.

Observa-se ainda uma relação positiva significativa de elevada intensidade entre a percentagem de vacas com deslocamento do abomaso e a percentagem de vacas com cetose ( $r=0,639, p=0,008$ ). Tem-se assim que quando se verificam elevadas percentagens de vacas com deslocamento do abomaso, verificam-se igualmente elevadas percentagens de vacas com cetose e vice-versa.

**Tabela 7 - Correlações entre doenças nas vacas**

	Correlação	p
Retenção placenta * Hipocalcemia	-0,664*	0,005
Deslocamento abomaso * Cetose	0,639*	0,008

Correlação de Pearson \* Significativo para  $p < 0,05$

#### 5. Doenças e condições de stress térmico

Da leitura da tabela 8, observa-se que existem diferenças significativas na incidência de hipocalcemia, em função das condições de stress térmico vivenciadas pelas vacas no mês anterior ao parto ( $H_{(2)}=6,277, p = 0,043$ ). Há uma maior percentagem de vacas com hipocalcemia quando estas não estiveram sob stress térmico no mês anterior ao parto ( $M=3,08, DP = 1,17$ ) do que quando no mês anterior ao parto estiveram sob stress térmico ( $M = 1,07, DP = 1,05$ ). Observam-se também diferenças significativas na incidência de abortos, em função das condições de stress térmico vivenciadas pelas vacas no mês anterior ao parto ( $H_{(2)}= 6,563, p= 0,038$ ). Há uma maior percentagem de aborto em vacas quando estas estiveram sob stress térmico no último mês de gestação ( $M = 2,97, DP = 1,81$ ) do que quando no mês anterior ao parto não estiveram sob stress térmico ( $M = 0,42, DP = 1,11$ ). Não há diferenças significativas ao nível das restantes doenças com vacas nem ao nível das doenças nos vitelos ( $p>0,05$ ).

**Tabela 8 - Descritivos e comparação de incidência de doenças em vacas e vitelos por condições de stress no mês anterior ao parto**

Patologia vacas pós-parto	Condição Stress Térmico no mês pré-parto	N	Min,	Max,	Média	Desvio padrão	H <sub>(2)</sub>	p	Post-Hoc
Hipocalcemia %	COM Stress Térmico	5	,0	2,3	1,07 <sup>1</sup>	1,05	6,277	0,043	1 p=0,066
	SEM Stress Térmico	7	1,4	4,9	3,08 <sup>1</sup>	1,17			
	SEM ST por Arrefecimento	3	,0	3,1	1,43	1,55			
Cetose (%)	COM Stress Térmico	5	9,3	44,0	19,95	13,78	2,741	0,254	
	SEM Stress Térmico	7	7,0	64,7	25,59	21,27			
	SEM ST por Arrefecimento	3	3,6	18,5	9,48	7,90			
Deslocamentos de abomaso (%)	COM Stress Térmico	5	0,0	12,0	4,36	4,93	1,893	0,388	
	SEM Stress Térmico	7	0,0	11,8	3,09	4,16			
	SEM ST por Arrefecimento	3	0,0	1,5	0,51	,89			
Metrites (% vs, partos)	COM Stress Térmico	5	10,8	24,6	17,42	5,65	0,884	0,643	
	SEM Stress Térmico	7	12,3	34,5	20,85	7,31			
	SEM ST por Arrefecimento	3	13,8	19,3	16,86	2,76			
Retenção de Placenta (%)	COM Stress Térmico	5	8,0	16,2	11,63	3,43	3,524	0,172	
	SEM Stress Térmico	7	2,4	15,9	8,49	5,06			
	SEM ST por Arrefecimento	3	12,0	17,5	14,45	2,76			
Abortos - vacas (%)	COM Stress Térmico	5	0,0	4,7	2,97 <sup>1</sup>	1,81	6,563	0,038	1 p=0,073
	SEM Stress Térmico	7	0,0	2,9	0,42 <sup>1</sup>	1,11			
	SEM ST por Arrefecimento	3	1,2	4,8	2,50	1,96			
Falha de reprodução em vacas (%)	COM Stress Térmico	5	0,4	1,2	0,76	,40	0,684	0,710	
	SEM Stress Térmico	7	0,0	3,6	0,91	1,22			
	SEM ST por Arrefecimento	3	0,5	1,7	1,04	,62			
Diarreias tratadas (<60 dias)	COM Stress Térmico	5	0	11	4,60	4,16	5,415	0,067	
	SEM Stress Térmico	7	0	19	6,29	8,44			
	SEM ST por Arrefecimento	3	13	29	21,67	8,08			
Pneumonias (Recria < 90 dias)	COM Stress Térmico	5	3	14	7,0	4,53	1,103	0,576	
	SEM Stress Térmico	7	2	17	9,43	6,35			
	SEM ST por Arrefecimento	3	4	23	13,33	9,50			

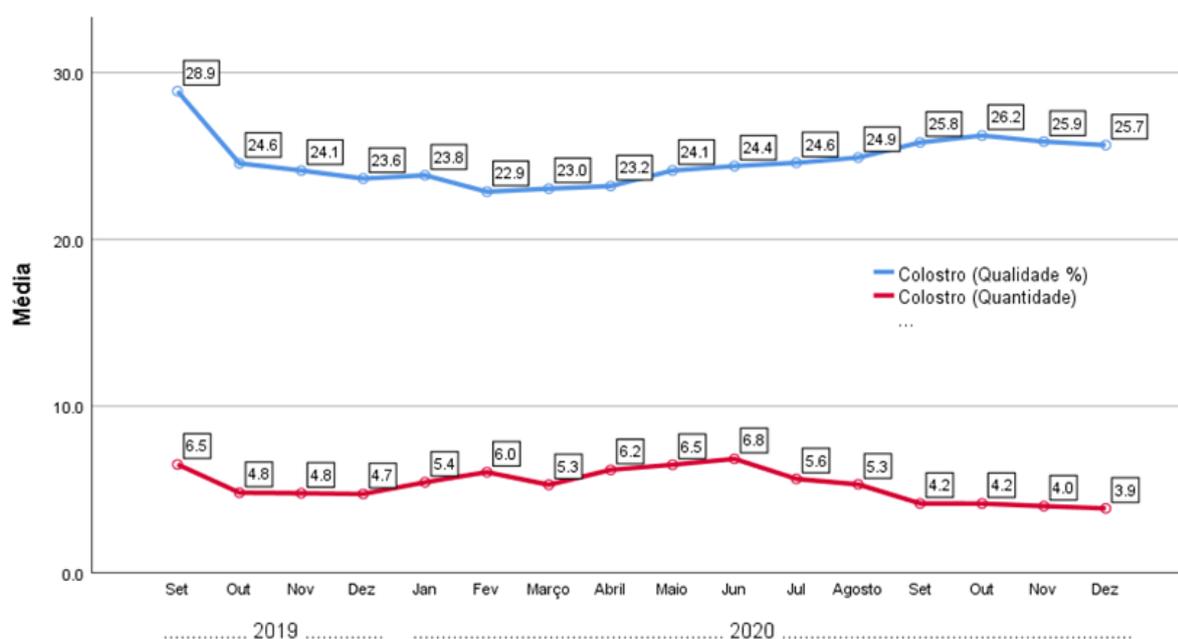
<sup>1</sup> Há diferenças entre as médias

<sup>2</sup> Há diferenças marginalmente significativas entre as médias

## 6. Quantidade e qualidade do colostro

A Figura 10 mostra a variação da qualidade e quantidade de colostro ao longo dos meses de estudo, sendo possível verificar que é durante os meses de setembro a dezembro que, em média, a quantidade é inferior e a qualidade superior.

**Figura 10 - Variação da qualidade (% BRIX) e quantidade (L) do colostro ao longo dos meses**

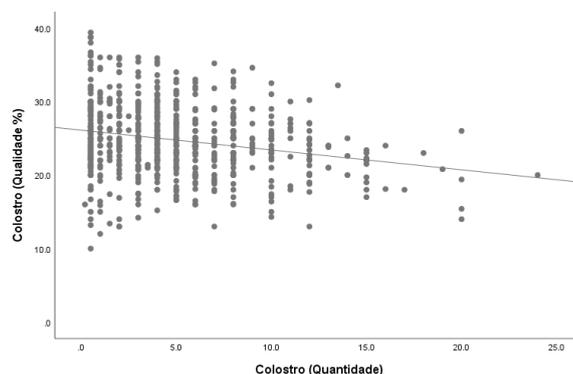


De acordo com a tabela 9 e figura 11, observa-se uma correlação negativa, significativa de baixa intensidade, entre a quantidade e a qualidade do colostro ( $r=-0,219$ ,  $p<0,001$ ). As elevadas quantidades de colostro tendem a estar associadas a reduzidas qualidades do colostro (%).

**Tabela 9 - Quantidade e qualidade do colostro das 648 vacas analisadas**

		Colostro (Qualidade %)
Colostro (Quantidade)	Pearson Correlation	-,219**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	648

**Figura 11 - Qualidade e quantidade de colostro**



Da leitura da Tabela 10, observa-se que a quantidade de colostro tem uma correlação negativa significativa de alta intensidade com o mês do ano ( $r=-0,644$ ,  $p=0,007$ ) e positiva significativa de moderada intensidade com o número de dias com stress térmico nos 21 dias pré-parto ( $r=0,516$ ,  $p=0,041$ ).

Tem-se, assim, menores quantidades de colostro nos meses mais avançados do ano e quando ocorrem menos dias com stress térmico no pré-parto.

A qualidade de colostro teve uma correlação positiva significativa de moderada intensidade com o mês do ano ( $r=0,531$ ,  $p=0,007$ ) e com a incidência de vacas com retenção de placenta ( $r=0,561$ ,  $p=0,024$ ).

Assim, a melhor qualidade de colostro encontra-se associada a meses mais tardios do ano e com ocorrência mais elevadas de vacas com retenção de placenta.

De notar uma correlação negativa marginalmente significativa da qualidade de colostro com o número de vacas com hipocalcemia ( $r=-0,473$ ,  $p=0,064$ ), onde elevada incidência de vacas com hipocalcemia encontra-se associada a elevadas qualidades de colostro.

**Tabela 10 - Correlações estatisticamente significativas - registos médios nos 16 meses em estudo**

		Pearson	p-valor
↘ Mês do ano	Quantidade do colostro ↘	-0,644	0,007
↘ Dias com ST antes parto (21d)		0,516	0,041
↗ Mês do ano	Qualidade do Colostro ↗	0,531	0,034
↗ Retenção de placenta		0,561	0,024
↘ Hipocalcemia		-0,473	0,064
Hipocalcémia ↘	Retenção de placenta ↗	-0,664	0,005
Hipocalcemia ↘	Dias com ST antes parto (21d) ↗	-0,470	0,066
Cetose (%) ↘	Deslocamento de abomaso ↘	0,639	0,008
Média IMS no mês pré-parto ↗	Deslocamento de abomaso ↘	-0,533	0,041

↘ - Correlação negativa

↗ - Correlação positiva

## 7. Custos envolvidos no caso de estudo

Considerando apenas os anos de 2019 e 2020, temos uma média de aproximadamente 163 dias com um THI superior ou igual a 72, o que iria implicar igual número de dias de funcionamento dos sistemas de arrefecimento caso estes se encontrassem instalados e programados para o devido efeito.

Prevê-se que os custos associados a este investimento contemplem, neste caso, apenas a instalação dos equipamentos de arrefecimento, visto que a água é proveniente de furo próprio e, no caso da eletricidade, devido à presença de painéis fotovoltaicos na exploração, o Kw/h apresenta um custo desprezível.

De forma a avaliar-se o custo-benefício bem como o tempo de amortização do investimento, foram considerados o que seriam os valores expectáveis e reportados na literatura perante os que foram obtidos no caso da exploração em estudo.

De acordo com a análise estatística efetuada, no pós-parto, apenas os abortos apresentaram significância estatística quando foram comparados períodos com e sem stress térmico, recorrendo ou não à utilização de sistemas de arrefecimento, sendo que estas perdas de gestação foram inferiores quando os animais estiveram menos sujeitos a stress térmico. No caso particular da hipocalcemia, os resultados contrariam a bibliografia, com a hipocalcemia a apresentar maior prevalência quando houve menor exposição a stress térmico.

No entanto, olhando para os valores absolutos, registados na exploração, para cada doença, nos meses de setembro e outubro de 2019 face a 2020 e atendendo aos custos médios associados referidos por Liang et al. (2017) podemos estimar a diferença na despesa para o produtor entre anos diferentes e meses homólogos, sendo que nos meses de setembro e outubro de 2019 não existia arrefecimento e em 2020 este já se encontrava em funcionamento.

**Tabela 11 - Custos comparados das doenças no pós-parto em setembro e outubro de 2019 e 2020**

Custos/Doença	Primíparas	Múltíparas	Nº médio de casos/mê (Set.-Out. 2019)	Nº médio de casos/mê (Set.-Out. 2020)	Custo médio/mês (€) (Set.-Out. 2019)	Custo médio/mês (€) (Set.-Out. 2020)	Diferença 2019-2020
Metríte	145,7	222,89	12,5	13,5	2 303,7 €	2 488,0 €	184,3 €
Mastite	276,45 €	361,94 €	6,0	3,5	1 915,2 €	1 117,2 €	-798,0 €
Hipocalcémia	208,96 €		0,5	0,5	104,5 €	104,5 €	0,0 €
Claudicação	157,08 €	282,74 €	12,5	13,0	2 748,9 €	2 858,8 €	110,0 €
Cetose	65,34 €	180,91 €	7,5	3,5	923,4 €	430,9 €	-492,5 €
Deslocamento de abomaso	367,02 €	542,71 €	1,0	0	454,9 €	0,0 €	-454,9 €
						<b>Poupança (2020)</b>	<b>-1 451,1 €</b>

Assim, olhando para a Tabela 11, houve maior número de casos de metrites e claudicações em 2020 face a 2019 que aportou um acréscimo de cerca de 294,3€. No caso das metrites esta diferença poderá ter que ver com a diferença no número de partos, 146 em 2020 face a 87 em 2019. Relativamente às claudicações o ligeiro aumento do número de casos poderá estar relacionado com o aumento da humidade acumulada nos parques pois esta parece ser uma das causas de lesões podais, uma vez que provoca uma maceração ao nível da pele interdigital, o que facilita o acesso dos microrganismos aos tecidos mais profundos. Além disso, estas áreas com maior quantidade de chorume tomam-se escorregadias o que promove a ocorrência de quedas e traumatismos (Carreira 2011).

Por outro lado, houve uma redução no número de casos de mastite, cetose e deslocamento de abomaso, os dois últimos com uma redução associada, de acordo com a análise estatística, ao aumento da IMS. Com esta redução conseguiu poupar-se cerca de 1745,4€.

Assim, olhando para a diferença entre o custo total das doenças no pós-parto, e embora estes valores tenham em conta os custos referidos na bibliografia, no mesmo período, verificou-se uma poupança de 1451,1€, o que pode ser indicativo dos benefícios que poderão estar associados à instalação de sistemas de arrefecimento em zonas em que as vacas secas estejam sujeitas a stress térmico.

## **8. Custo-Benefício da aplicação de sistemas de arrefecimento**

Por forma a avaliar o tempo de retorno ao investimento (Tabela 12), considerou-se o custo real dos sistemas de arrefecimento (18,750€), um número médio de animais em período seco de 50, cerca de 10% dos animais em produção na exploração e um acréscimo na produção em animais que beneficiaram de arrefecimento ao longo de todo o período seco de 5,75Kg/dia (Fabris et al. 2019) que corresponde a aproximadamente 14% da produção diária. Foi estimado o número de dias de funcionamento do sistema de arrefecimento, dias em que o THI seria superior a 72, 162,5 dias, tendo em conta os registos dos anos de 2019 e 2020 (Tabela 1). A energia e água apresentaram um custo desprezível e, portanto, atribuiu-se o valor de 0€.

Para a conversão dos Kg de leite ganhos para litros considerou-se o valor de 1,030 Kg por cada litro de leite (INMETRO 2007), pelo que, para a produção adicional estimada de 45,358L, corresponde a um valor de cerca de 14,514€, para um preço por litro de leite de 0,32€.

Para a estimativa do benefício relativo à redução da ocorrência de doenças considerada na Tabela 14, dividiu-se o valor da poupança no ano de 2020 face a 2019 pelos 60 dias, que corresponde ao

número de dias dos dois meses de estudo, chegando-se a um valor de poupança diária de aproximadamente 24,19€.

Assim, e considerando um período de 55 dias para que todos os animais no estábulo se encontrassem durante todo o período seco sujeitos a arrefecimento, seriam necessários cerca de 346 dias para que o investimento se amortizasse.

**Tabela 12 - Estimativa de retorno ao investimento**

Premissas			
Investimento real	Investimento	18750	
Dados oficiais da exploração	média de produção diária	40	
Dados oficiais da exploração	nº médio de animais (período seco)	50	
Dados da bibliografia	% Melhora nos meses de Quebra	14%	5,75 kg/dia
Média de dias de uso de coolings/ano	~dias com stress térmico	162,5	
Dados oficiais da exploração	Gastos energia/dia		- €
Dados oficiais da exploração	Gastos água/dia		- €
Dados da bibliografia	Kg leite ganhos com a utilização de cooling	46718,75	
Conversão Kg/L leite	Litros de leite ganhos com a utilização de cooling	45358,0	
Calculado com base nos valores da bibliografia	€ ganhos em leite (base anual)	14 514,56 €	
Calculado com base nos valores da bibliografia	€ ganhos em leite (base mensal)	1 209,55 €	
Calculado com base nos valores da bibliografia	€/ dia em leite	40,32 €	
Calculado com base nos valores da bibliografia	Benefício com redução de doenças	24,19 €	
Calculado com base nos valores da bibliografia	€/ dia ganhos com a utilização de cooling	64,50 €	
Calculado com base nos valores da bibliografia	Recuperação Investimento em dias (1)	290,68	
Calculado com base nos valores da bibliografia	Delay de transição	55	
Calculado com base nos valores da bibliografia	Recuperação Investimento em dias (2)	345,68	

## DISCUSSÃO

### IMS Pré-parto

Nos dias em que a vacaria esteve sob stress térmico, a IMS das vacas em pré-parto foi em média de 10,88 Kg/vaca/dia (DP=1,96). Já quando esta não esteve sob stress térmico, a média foi 11,47 Kg/vaca/dia (DP=1,87) e quando o sistema de arrefecimento artificial se encontrou em funcionamento, a IMS das vacas atingiu um valor médio de 11,44 Kg/vaca/dia (DP=1,30). Assim, existem evidências de que no pré-parto, a IMS das vacas em condições de stress térmico é significativamente inferior à IMS em condições de ausência de stress térmico e em condições de ausência de stress térmico por efeito de arrefecimento artificial, embora a diferença na IMS entre estas duas últimas condições não seja significativa. No caso da exploração em estudo, o aumento médio da IMS, quando foi fornecido arrefecimento aos animais durante o pré-parto foi de

0,56Kg/vaca/dia (5,1%), um valor que embora inferior ao 1,5 kg/dia (13,4%) referido por Tao et al, (2019), corrobora o aumento de IMS promovido pelo arrefecimento artificial durante o pré-parto.

### **IMS e doenças no pós-parto**

Segundo Shaver (1997), o aumento da ocorrência de DA está relacionado com o decréscimo da ingestão alimentar, particularmente em animais recém-paridos ou até às 4 semanas após o parto, cerca de 80% das ocorrências. Na exploração em estudo verificou-se também uma correlação negativa significativa entre a média de IMS no mês anterior ao parto e a percentagem de vacas que manifestaram deslocamentos de abomaso ( $r=-0,533$ ,  $p=0,041$ ), valor que explica 22,9% da variância da proporção de vacas que manifesta a doença. De acordo com os resultados obtidos, o aumento de 1 Kg na IMS no mês anterior ao parto reflete-se numa diminuição em 2,58% na percentagem de vacas que no pós-parto manifesta deslocamento de abomaso.

Por outro lado, não se observaram correlações significativas entre a IMS no mês anterior ao parto e as restantes doenças em vacas ou vitelos ( $p>0,05$ ), o que, de acordo com Ferreira et al (2016), não seria de esperar, visto que seria a diminuição da IMS bem como o encurtamento do tempo de gestação a promover a imunodepressão e o aumento da incidência de doenças no pós-parto e do número de nados-mortos. Não encontrando, na bibliografia, justificação para tais resultados, mais estudos serão necessários para a compreensão destas relações causa-efeito.

Atendendo às doenças manifestadas no pós-parto em cada um dos meses em estudo, surgiu, ainda que refutando a bibliografia que defende a hipocalcemia como fator predisponente de retenção placentária (do Carmo Andrade et al, 2008), uma correlação negativa significativa de elevada intensidade entre a percentagem de vacas com retenção placenta e a percentagem de vacas com hipocalcemia ( $r=-0,664$ ,  $p=0,005$ ). Não encontrando, na bibliografia, justificações que sustentem estes resultados, mais estudos serão necessários para a compreensão desta relação.

Não obstante, e tal como havia sido referido por Santarosa (2010), verificou-se uma correlação positiva significativa de elevada intensidade entre a percentagem de vacas com deslocamento do abomaso e a percentagem de vacas com cetose ( $r=0,639$ ,  $p=0,008$ ).

### **Stress térmico e doenças no pós-parto**

De acordo com os resultados obtidos, verificaram-se, em função das condições de stress térmico vivenciadas pelas vacas no mês anterior ao parto ( $H_{(2)}=6,277$ ,  $p=0,043$ ), diferenças significativas na

percentagem de hipocalcemia, com uma maior percentagem de vacas com hipocalcemia quando estas não estiveram sob stress térmico no mês anterior ao parto, resultado este que não está de acordo com do Carmo Andrade et al, (2008) que menciona o stress térmico como fator predisponente para a ocorrência da doença. Não encontrando justificação na bibliografia para este resultado, serão necessários mais estudos.

A incidência de abortos, em função das condições de stress térmico vivenciadas pelas vacas no mês anterior ao parto ( $H_{(2)}=6,563$ ,  $p=0,038$ ) foi mais elevada quando estas estiveram sob stress térmico no mês anterior ao parto ( $M=2,97$ ,  $DP=1,81$ ) do que quando no mês anterior ao parto não estiveram sob stress térmico ( $M=0,42$ ,  $DP=1,11$ ), o que seria de esperar, visto que o stress térmico é responsável pela síntese alterada de  $PGF2\alpha$  e esta pode estar associada à perda de gestação (Dahl et al, 2016). Assim, embora a causa dos abortos pudesse dever-se a outras causas de índole infeccioso ou devido a stress por outra origem, os resultados vão de encontro ao que é referido na bibliografia.

Não foram observadas diferenças significativas ao nível das restantes doenças em vacas e nas doenças dos vitelos ( $p>0,05$ ) pelo que mais estudos serão necessários para que se perceba melhor a influência do stress e térmico nestas doenças.

## **Quantidade e qualidade de colostro**

A quantidade de colostro produzido demonstrou uma correlação negativa significativa com o mês do ano ( $r=-0,644$ ,  $p=0,007$ ) e positiva com o número de dias em stress térmico nos 21 dias que antecedem o parto ( $r=0,516$ ,  $p=0,041$ ), sendo que a primeira relação mencionada terá que ver com o encurtamento do fotoperíodo que mostrou ser responsável pela redução da produção de colostro devido ao seu impacto na melatonina e prolactina, envolvidas na colostrogénese (Godden et al. 2019). Por outro lado, o aumento da quantidade de colostro com o maior número de dias em stress térmico no pré-parto parece contrariar alguns autores que referem que o aumento do stress térmico é responsável pelo comprometimento do crescimento mamário, perfusão sanguínea do úbere e sinalização da prolactina que promove a diminuição da produção leiteira (Tao and Dahl 2013), Mais estudos serão necessários para conhecer esta relação.

A melhor qualidade do colostro parece estar associada a meses mais tardios do ano e com ocorrências mais elevadas quando existe uma maior percentagem de vacas com retenção de placenta ou hipocalcemia. Embora a bibliografia consultada não dê suporte à relação entre retenção placentária ou hipocalcemia e qualidade de colostro, os resultados obtidos na exploração em estudo podem ter que ver com a diminuição da quantidade de colostro, que faz com que este se torne mais

concentrado, tal como foi observado por Godden et al, (2019) em vacas que, produzindo menos de 8,5 kg de colostro na primeira ordenha apresentavam colostros de melhor qualidade (>50 g/L) devido ao efeito diluidor.

## **CONCLUSÃO**

No decorrer da análise da exploração foram evidentes algumas implicações das condições fornecidas às vacas, durante o período pré-parto, no seu desempenho na lactação subsequente.

É importante referir, que o período incluído no estudo permitiu presenciar o impacto negativo do stress térmico durante os meses de setembro e outubro de 2019 e de maio, junho e julho de 2020 e ainda as vantagens da ausência de stress térmico no restante período.

Os resultados demonstraram o impacto negativo do stress térmico no volume de IMS das vacas em pré-parto, sendo inferior ao dos animais que não estiveram sujeitos a este tipo de stress.

Além disso, verificou-se a eficácia no processo de arrefecimento artificial da vacaria no controlo do stress térmico das vacas secas, conduzindo a volumes de IMS similares aos registados nos dias sem stress térmico.

Maiores IMS no pré-parto mostraram associar-se a uma menor incidência de deslocamentos de abomaso, e foi ainda verificado que a ocorrência de cetose e deslocamento de abomaso parecem estar associados.

Verificou-se ainda uma maior incidência de abortos, quando as vacas foram sujeitas a condições de stress térmico durante mês anterior ao parto embora não se tenham verificado dados estatisticamente significativos relativamente a outras doenças, quer em vacas ou vitelos face à presença de stress térmico durante este período.

Seria, desta forma, interessante a realização de mais estudos que permitissem esclarecer melhor o efeito de causalidade entre a presença ou ausência de stress térmico e a ocorrência de doença em vacas e vitelos no pós-parto já que os dados recolhidos não mostraram, em diversos momentos do estudo, ser estatisticamente significativos.

Resultados como a maior percentagem de vacas com hipocalcemia quando estas não estiveram sob stress térmico bem como a menor percentagem de retenção placentária em vacas com hipocalcemia refutam a bibliografia consultada e deverão ser analisados em estudos futuros.

Relativamente à qualidade do colostro, esta parece estar associada a meses mais tardios do ano e aparentemente relacionada com a maior percentagem de vacas com retenção de placenta ou

hipocalcemia o que pode estar relacionado com a menor quantidade de colostro produzido, que faz com que este se torne mais concentrado Godden et al. (2019).

Não obstante, a utilização de sistemas de arrefecimento para as vacas secas parece ser uma mais valia não só para a melhoria das condições de bem-estar, bem como de saúde dos animais, que desta forma conseguem exibir todo o seu potencial produtivo, sendo por isso uma mais valia para o produtor. De acordo com a análise custo-benefício, na exploração em estudo, o retorno ao investimento será em cerca de 346 dias de funcionamento dos equipamentos em condições homólogas de instalação e funcionamento.

## BIBLIOGRAFIA

Ames TR. 1997. Dairy calf pneumonia. The disease and its impact. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 13(3):379–391. doi:10.1016/S0749-0720(15)30303-0. [http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30303-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30303-0).

Baez JMP, A. 2019. Risk factors and economic impact of postpartum. [master's thesis] University of Florida.

Carmo Andrade R, Rafael de Melo Carneiro L, Felipe L, Aparecida Toledo Pinto D. 2008. Revista Científica Eletónica De Medicina Veterinária-Issn: 1679-7353 Retenção De Placenta Em Vacas. [Internet]. [accessed 2020 December 12]. [http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/4kzr9Vr0cbP7Jja\\_2013-5-28-15-22-20.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/4kzr9Vr0cbP7Jja_2013-5-28-15-22-20.pdf).

Carreira MCF. 2011. Factores de risco das claudicações em vacas leiteiras. [dissertação de mestrado]. Lisboa: FMV-Universidade Técnica de Lisboa.

Cattalam J, Martinez M. 2013. Estresse térmico em bovinos Termal stress in cattle. *Rev Port Ciências Veterinárias.* 108:96–102.

Cho Y il, Yoon KJ. 2014. An overview of calf diarrhea - infectious etiology, diagnosis, and intervention. *J Vet Sci.* [Internet]. [accessed 2021 January 11] 15(1):1–17. doi:10.4142/jvs.2014.15.1.1.

Dahl GE, Tao S, Monteiro APA. 2016. Effects of late-gestation heat stress on immunity and performance of calves. *J Dairy Sci.* [Internet]. [accessed 2020 December 14] 99(4):3193–3198. doi:10.3168/jds.2015-9990.

Van Dorland HA, Richter S, Morel I, Doherr MG, Castro N, Bruckmaier RM. 2009. Variation in hepatic regulation of metabolism during the dry period and in early lactation in dairy cows. *J Dairy Sci.* [Internet]. [accessed 2020 December 12] 92(5):1924–1940. doi:10.3168/jds.2008-1454. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2008-1454>.

Drackley JK. 1999. ADSA foundation scholar award: Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? *J Dairy Sci.* [Internet]. [accessed 2020 December 12] 82(11):2259–2273. doi:10.3168/jds.s0022-0302(99)75474-3. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75474-3](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75474-3).

Drackley JK, Overton TR, Douglas GN. 2001. Adaptations of Glucose and Long-Chain Fatty Acid Metabolism in Liver of Dairy Cows during the Periparturient Period. *J Dairy Sci.* [Internet]. [accessed 2020 December 13] 84:E100–E112. doi:10.3168/jds.s0022-0302(01)70204-4. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70204-4](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70204-4).

Fabris TF, Laporta J, Skibieli AL, Corra FN, Senn BD, Wohlgemuth SE, Dahl GE. 2019. Effect of heat stress during early, late, and entire dry period on dairy cattle. *J Dairy Sci.* [Internet]. [accessed 2020 December 13] 102(6):5647–5656. doi:10.3168/jds.2018-15721.

Ferreira FC, Gennari RS, Dahl GE, De Vries A. 2016. Economic feasibility of cooling dry cows across the United States. *J Dairy Sci.* [Internet]. [accessed 2020 December 14] 99(12):9931–9941. doi:10.3168/jds.2016-11566. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11566>.

Godden SM, Lombard JE, Woolums AR. 2019. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet Clin North Am - Food Anim Pract.* [Internet]. [accessed 2020 December 16] 35(3):535–556. doi:10.1016/j.cvfa.2019.07.005.

Hayirli A. 2006. The role of exogenous insulin in the complex of hepatic lipidosis and ketosis associated with insulin resistance phenomenon in postpartum dairy cattle. *Vet Res Commun.* [Internet]. [accessed 2020 November 3] 30(7):749–774. doi:10.1007/s11259-006-3320-6.

- Herdt TH. 2000. Ruminant adaptation to negative energy balance. Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* [Internet]. [accessed 2020 December 17] 16(2):215–230. doi:10.1016/S0749-0720(15)30102-X. [http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30102-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30102-X).
- Jubb T, Perkins N. *Veterinary Handbook Contents.* LiveCorp. [Internet]. [accessed 2021 May 25].<http://www.veterinaryhandbook.com.au/ContentSection.aspx?id=54>.
- LeBlanc, S. 2010. Monitoring Metabolic Health of Dairy Cattle in the Transition Period. *Journal of Reproduction and development*, 56, 29-35.
- Liang D, Arnold LM, Stowe CJ, Harmon RJ, Bewley JM. 2017. Estimating US dairy clinical disease costs with a stochastic simulation model. *J Dairy Sci.* [Internet]. [accessed 2021 January 9] 100(2):1472–1486. doi:10.3168/jds.2016-11565.
- Marques FIR. 2013. *Metabólica , Produtiva E Reprodutiva Em. Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.*
- Maturana Filho M, Madureira EH. 2013. *Efeitos das condições metabólicas de vacas leiteiras durante o período de transição e início de lactação sobre a saúde e fertilidade no inverno e no verão [dissertação de doutoramento]. Pirassununga-SP*
- Nardone., A., N. Lacetera, U. Bernabucci, and B. Ronchi. 1997. Composition of colostrum from dairy heifers exposed to high air temperatures during late pregnancy and the early postpartum period. *J. Dairy Sci.* 80:838-844.
- Neto C. 2009. *Análise de custos durante o pós-parto numa exploração. [dissertação de 17 mestrado]. Lisboa: FMV-Universidade Técnica de Lisboa.*
- Ospina PA, Nydam D V., Stokol T, Overton TR. 2010. Association between the proportion of sampled transition cows with increased nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate and disease incidence, pregnancy rate, and milk production at the herd level. *J Dairy Sci.* [Internet]. [accessed 2020 December 6]. 93(8):3595–3601. doi:10.3168/jds.2010-3074. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2010-3074>.
- Reynolds CK, Aikman PC, Lupoli B, Humphries DJ, Beever DE. 2003. Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. *J Dairy Sci.* [Internet]. [accessed 2020 December 6]. 86(4):1201–1217. doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73704-7. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73704-7](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73704-7).
- Santarosa BP. 2010. *Deslocamento de abomaso em vacas leiteiras. [dissertação de mestrado]. Clínica Médica de Grandes Animais. Botucatu*
- Seidi J. 2016. *Doenças dos vitelos de leite - fatores de risco. Universidade de Évora. [Internet]. [accessed 2020 December 21] <http://hdl.handle.net/10174/17702>.*
- Shaver, R. D. 1997. Nutritional risk factors in the etiology of left displaced abomasum in dairy cows: a review. *J. Dairy Sci.* [Internet]. [accessed 2020 December 6]., v.80, n.10, p.2449- 2453,
- Silva, Rita CN. 2020. *Impacto das condições ambientais dos vitleiros na predisposição para doença respiratória bovina. [dissertação de mestrado]. Lisboa: FMV-Universidade Técnica de Lisboa.*
- Sousa EAL. 2013. *Influência do tratamento da cetose subclínica em vacas leiteiras no início de lactação. Lisboa: FMV-Universidade Técnica de Lisboa.*
- Tao S, Dahl GE. 2013. Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *J Dairy Sci.* [Internet]. [accessed 2020 November 7].96(7):4079–4093. doi:10.3168/jds.2012-6278.

- Tao S, Dahl GE, Laporta J, Bernard JK, Orellana Rivas RM, Marins TN. 2019. PHYSIOLOGY SYMPOSIUM: Effects of heat stress during late gestation on the dam and its calf. *J Anim Sci*. [Internet]. [accessed 2020 December 6].97(5):2245–2257. doi:10.1093/jas/skz061.
- Teagasc. 2017. Calf diagnosis and disease prevention. [Internet]. [accessed 2022 March 6].<https://www.teagasc.ie/media/website/publications/2017/Section6-Calf-health.pdf>.
- Tucker HA. 2000. Symposium: Hormonal regulation of milk synthesis. Hormones, mammary growth, and lactation: A 41-year perspective. *J Dairy Sci*. [Internet]. [accessed 2020 December 18].83(4):874–884. doi:10.3168/jds.s0022-0302(00)74951-4. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74951-4](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74951-4).
- Urdaz JH, Overton MW, Moore DA, Santos JEP. 2006. Technical note: Effects of adding shade and fans to a feedbunk sprinkler system for preparturient cows on health and performance. *J Dairy Sci*. [Internet]. [accessed 2020 December 17].89(6):2000–2006. doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72267-6. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72267-6](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72267-6).
- Van Os JMC. 2019. Considerations for Cooling Dairy Cows with Water. *Vet Clin North Am - Food Anim Pract*. [Internet]. [accessed 2020 December 8].35(1):157–173. doi:10.1016/j.cvfa.2018.10.009. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2018.10.009>.
- Young A, Staff Research Associate UD. 2019. Simplified Scoring System to Identify Respiratory Disease in Dairy Calves. DAIREXNET. [Internet]. [accessed 2021 May 6]. <https://dairy-cattle.extension.org/simplified-scoring-system-to-identify-respiratory-disease-in-dairy-calves/>.

## ANEXOS

### Anexo I - Composição da dieta de setembro de 2019 a dezembro de 2020

<b>09/09/2019</b>		<b>18/06/2020</b>	
MILHO SILAGEM 30% 8 46/29	12	MILHO SILAGEM 34% 7 44/27	10,5
PALHA (V)	4,5	PALHA (V)	4,8
COLZA FARINHA 33% (V)	2,9	ARROS SEMEA	0,6
PALMISTE 15% BAGAÇO (V)	0,8	NUTRAL - DAC (UNIFEED)	0,2
ARROS SEMEA	0,6	CERMIX SECAS BARAO	0,15
NUTRAL - DAC (UNIFEED)	0,27	COLZA FARINHA 33% (V)	3
CERMIX SECAS BARAO	0,16	PALMISTE 15% BAGAÇO (V)	0,5
<b>05/11/2019</b>		<b>14/07/2020</b>	
MILHO SILAGEM 36% 8 43/26	11	MILHO SILAGEM 36% 7 42/26	11
PALHA (V)	4,2	PALHA (V)	4,8
ARROS SEMEA	0,6	NUTRAL - DAC (UNIFEED)	0,2
BETERABA MELAÇO (V)	0,5	CERMIX SECAS BARAO	0,15
NUTRAL - DAC (UNIFEED)	0,23	COLZA FARINHA 33% (V)	3,25
COLZA FARINHA 33% (V)	3	PALMISTE 15% BAGAÇO (V)	0,55
PALMISTE 15% BAGAÇO (V)	0,85		
CERMIX SECAS BARAO	0,15		
<b>23/01/2020</b>		<b>11/11/2020</b>	
MILHO SILAGEM 29% 6 45/27	13	MILHO SILAGEM 42% 8 41/24	9,5
PALHA (V)	4,5	PALHA (V)	4,8
COLZA FARINHA 33% (V)	3,6	NUTRAL - DAC (UNIFEED)	0,2
BETERABA MELAÇO (V)	0,5	CERMIX SECAS BARAO	0,15
NUTRAL - DAC (UNIFEED)	0,22	COLZA FARINHA 33% (V)	3,25
PALMISTE 15% BAGAÇO (V)	0,75	PALMISTE 15% BAGAÇO (V)	0,55
CERMIX SECAS BARAO	0,15		
<b>19/02/2020</b>		<b>11/12/2020</b>	
MILHO SILAGEM 35% 7 41/25	11	MILHO SILAGEM 41% 8 45/28	11
PALHA (V)	4,5	PALHA (V)	4,2
COLZA FARINHA 33% (V)	3,6	NUTRAL - DAC (UNIFEED)	0,2
ARROS SEMEA	0,7	CERMIX SECAS BARAO	0,15
BETERABA MELAÇO (V)	0,5	COLZA FARINHA 33% (V)	3,25
NUTRAL - DAC (UNIFEED)	0,23	PALMISTE 15% BAGAÇO (V)	0,55
CERMIX SECAS BARAO	0,15		

**Anexo II - Validação de pressupostos à realização do teste paramétrico de One-way ANOVA IMS Pré parto (Tabela 4)**

Condições	Tests of Normality			IMS Pré-Parto (Kg)	
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Skewness	Kurtosis
	Statistic	df	Sig,		
COM Stress Térmico	,042	137	,200*	-,111	-,283
SEM Stress Térmico	,067	244	,010	1,152	3,675
SEM Stress Térmico por ARREFECIMENTO	,111	60	,066	,376	,385

Test of Homogeneity of Variance		Levene Statistic	df1	df2	Sig,
IMS Pré-Parto (Kg)	Based on Mean	5,681	2	438	,004

**Anexo III - Validação de pressupostos à realização do teste paramétrico de One-way ANOVA IMS Pós parto (Tabela 6)**

Tests of Normality	Condições	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
		Statistic	df	Sig,
IMS Pós-Parto (Kg)	COM Stress Térmico	,066	147	,200*
	SEM Stress Térmico	,033	272	,200*
	SEM Stress Térmico por ARREFECIMENTO	,062	66	,200*

Test of Homogeneity of Variances		Levene Statistic	df1	df2	Sig,
IMS Pós-Parto (Kg)	Based on Mean	5,912	2	482	,003

**Anexo IV - Pressuposto de normalidade Teste T Emparelhado (Tabela 7)**

Tests of Normality COM Stress Térmico			
	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>		
	Statistic	df	Sig,
IMS Pré-Parto (Kg)	,042	137	,200*
IMS Pós-Parto (Kg)	,071	137	,084

### Tests of Normality SEM Stress Térmico

Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>					
	Statistic	df	Sig.	Skewness	Kurtosis
IMS Pré-Parto (Kg)	,067	244	,010	1,152	3,675
IMS Pós-Parto (Kg)	,043	244	,200*	-,238	-,130

### Tests of Normality SEM Stress Térmico por ARREFECIMENTO

Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			
	Statistic	df	Sig.
IMS Pré-Parto (Kg)	,111	60	,066
IMS Pós-Parto (Kg)	,067	60	,200*

### Anexo V – Classificação da intensidade das relações

Intensidade da correlação (Bryman & Cramer, 2003):

- < 0,20 – muito baixa
- ≥ 0,20 e < 0,40 – baixa
- ≥ 0,40 e < 0,70 – moderada
- ≥ 0,70 e < 0,90 – alta
- ≥ 0,90 – muito alta

## Anexo VI – Colostro - Qualidade (%) e quantidade no mês do parto

Ano	Mês	Qualidade (%) (n=648)			Quantidade (n=652)		
		N	Média	Desvio padrão	N	Média	Desvio padrão
2019	Setembro (ST)	10	28,88	6,89	10	6,50	6,25
	Outubro (ST)	18	24,56	5,14	19	4,61	5,10
	Novembro	32	24,13	5,95	32	4,77	3,63
	Dezembro	28	23,64	3,43	30	4,57	3,60
2020	Janeiro	44	23,84	3,76	44	5,43	3,32
	Fevereiro	52	22,85	4,60	53	6,06	4,48
	Março	32	23,04	3,94	32	5,28	3,24
	Abril	40	23,19	3,85	40	6,18	4,18
	Mai (ST)	29	24,13	3,68	29	6,48	4,01
	Junho (ST)	24	24,39	5,16	24	6,83	4,24
	Julho (ST)	37	24,59	4,91	37	5,64	3,09
	Agosto	41	24,90	4,87	41	5,30	3,27
	Setembro	63	25,81	4,44	63	4,16	3,46
	Outubro	77	26,22	5,36	77	4,16	3,82
	Novembro	65	25,86	5,18	65	4,00	4,04
	Dezembro	56	25,65	4,55	56	3,87	3,77

## Anexo VII – Correlações entre variáveis em estudo - registos médios nos 16 meses em estudo

Correlations												
		QL_Colostro	Mes_1_12	Hipocalcémia %	Cetose (%)	Destocament os de abomaso (%)	Métriles (% vs. partos)	Retenção da Placenta (%)	Abortos - vacas (%)	Falha de reprodução em vacas (%)	IMédia IMS no mes Pré-Parto (Kg)	Média de dias com ST nos 21 meses ao parto
QT_Colostro	Pearson	-.165	-.644	-.018	.345	.433	.216	-.146	-.099	-.410	-.027	-.516
	p-value	.540	.007	.947	.190	.094	.422	.591	.714	.115	.924	.041
	N	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15	15
QL_Colostro	Pearson		.531	-.473	-.292	-.063	.436	.561	.049	.216	.011	-.377
	p-value		.034	.064	.272	.817	.091	.024	.856	.423	.968	.150
	N		16	16	16	16	16	16	16	16	15	15
Mes_1_12	Pearson			-.279	-.257	-.225	.165	.412	.060	.349	.016	.058
	p-value			.295	.337	.402	.541	.113	.826	.186	.954	.832
	N			16	16	16	16	16	16	16	15	15
Hipocalcémia %	Pearson				.143	-.093	-.099	-.664	-.411	.355	.150	-.470
	p-value				.597	.731	.716	.005	.114	.177	.593	.066
	N				16	16	16	16	16	16	15	15
Cetose (%)	Pearson					.639	.105	-.018	.125	.094	-.132	.232
	p-value					.008	.700	.949	.646	.728	.640	.388
	N					16	16	16	16	16	15	15
Destocamentos de abomaso (%)	Pearson						-.069	.063	.221	.042	-.533	.244
	p-value						.798	.816	.410	.876	.041	.362
	N						16	16	16	16	15	15
Métriles (% vs. partos)	Pearson							.172	-.444	-.161	.417	.261
	p-value							.523	.085	.551	.122	.329
	N							16	16	16	15	15
Retenção de Placenta (%)	Pearson								.175	-.315	-.246	.321
	p-value								.516	.234	.378	.225
	N								16	16	15	15
Abortos - vacas (%)	Pearson									.043	-.241	.218
	p-value									.873	.386	.418
	N									16	15	15
Falha de reprodução em vacas (%)	Pearson										-.015	-.119
	p-value										.958	.662
	N										15	15
IMédia IMS no mes Pré-Parto (Kg)	Pearson											.160
	p-value											.570
	N											15