



UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária

INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS NA DISTRIBUIÇÃO NÃO UNIFORME
DAS VACAS LEITEIRAS NAS INSTALAÇÕES NO MÊS DE AGOSTO

ANA LUÍSA FONSECA RAQUEL

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor Rui José Branquinho de Bessa
Doutor George Thomas Stilwell
Doutor José Ricardo Dias Bexiga

ORIENTADOR

Doutor José Ricardo Dias Bexiga

2015

LISBOA



UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária

INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS NA DISTRIBUIÇÃO NÃO UNIFORME
DAS VACAS LEITEIRAS NAS INSTALAÇÕES NO MÊS DE AGOSTO

ANA LUÍSA FONSECA RAQUEL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor Rui José Branquinho de Bessa

Doutor George Thomas Stilwell

Doutor José Ricardo Dias Bexiga

ORIENTADOR

Doutor José Ricardo Dias Bexiga

2015

LISBOA

AGRADECIMENTOS

Gostava de dedicar este espaço àqueles que me ajudaram a que tudo isto fosse possível.

Agradeço:

Ao meu orientador, Doutor Ricardo Bexiga, por me ter ajudado na escolha do tema e na execução de todo o projeto e de ter estado sempre disponível e presente para me ajudar e aconselhar durante todo o estágio e execução da tese.

Ao Dr. Dário Guerreiro, para além de ser uma máquina a trabalhar, inteligente e muito empenhado, é uma pessoa excepcional que me fez crescer tanto como profissional como pessoa. Obrigada por todos os conhecimentos que me transmitiu durante o estágio, sempre com o bom humor e paciência que lhe são características!

À Dra. Ema Roque que muito me ensinou e sempre se mostrou disponível para me ajudar no decorrer do projeto.

Aos produtores pelo interesse no estudo, pela simpatia, disponibilidade para ajudar no que foi necessário e por me deixarem utilizar as suas explorações.

A todos aqueles que me acolheram e me ajudaram na Escócia, não só pelos momentos de aprendizagem e todas as oportunidades que me deram, mas também por toda a amizade e apoio. Foi bom sentir-me em casa mesmo estando longe dela.

Todas estas pessoas tornaram o meu estágio uma experiência inesquecível e completamente enriquecedora, não poderia ter tido maior sorte nesta etapa!

Ao Doutor Telmo Nunes e Doutor Rui Bessa pela ajuda na análise de dados e estatística.

Aos meus amigos que estiveram sempre do meu lado e que me mostraram o verdadeiro valor da amizade. Sem vocês nada teria o mesmo sentido.

Ao João Galhardo pelos seus conhecimentos informáticos. Poupaste-me horas com as formatações! Obrigada por acreditares em mim, por toda a paciência, amizade e por aqueles abraços...

À minha família, principalmente aos avós. Obrigada por todo o carinho e admiração que têm por mim.

Os últimos e mais importantes, aos meus pais e irmã. O amor é uma arma poderosa, obrigada por nunca terem desistido de mim. Sem vocês e o vosso apoio tenho a certeza que este projeto nunca teria sido acabado...Mãe, obrigada por me ouvires incansavelmente. Mana, obrigada por teres sempre um sorriso para mim. Pai, obrigada por me teres aberto o teu coração e me teres protegido sempre. Espero que um dia consiga ter, pelo menos, metade da tua força e da tua visão da vida...

RESUMO

Foi observado que em muitas explorações leiteiras ocorre uma distribuição não uniforme dos animais pelos parques, que varia ao longo do ano e ao longo do dia. Este comportamento pode ter consequências no bem-estar dos animais assim como na sua longevidade e produtividade. Uma vez que o comportamento das vacas leiteiras é influenciado pelas condições ambientais a que estas são sujeitas, neste estudo pretendeu-se avaliar se a intensidade luminosa, o índice de temperatura e humidade (ITH), direção e velocidade ventos e a densidade de moscas em três vacarias, no mês de Agosto, poderiam influenciar a distribuição dos animais pelos parques.

Nas vacarias B e C a intensidade luminosa foi significativamente diferente do lado em que os animais se concentravam (C) relativamente ao lado onde não se concentravam (NC), dando-se a concentração do lado com maior intensidade luminosa. A densidade de moscas foi sempre superior do lado onde os animais se concentravam. O ITH não mostrou diferenças significativas entre ambos os lados. Quanto à direção e velocidade dos ventos, em todas as vacarias os animais concentravam-se no lado em que as rajadas de vento eram mais fortes, o que na vacaria A e B coincidia com os ventos dominantes.

De todos os fatores estudados a velocidade e direção dos ventos foi aquele onde as diferenças do lado C relativamente ao lado NC foram mais consistentes nas três vacarias.

Palavras-chave: parque; vacas leiteiras; concentração; fatores ambientais.

ABSTRACT

It has been observed in many dairy farms that cows don't distribute uniformly in the barn, and this distribution varies over the course of the year and the day. The welfare of these animals may be compromised as well as their productivity and longevity. Since the cow's behavior can be influenced by environmental conditions, in this study we tried to understand if light intensity, temperature and humidity index (THI), wind's direction and velocity and flies density could influenced the animal distribution in the barn, in three different farms (A, B and C), in August.

In farms B and C the light intensity was significantly different in the side of the barn where the animals gathered (C) comparatively to the side where animals have not gathered (NC). All animals gathered on the side where the light intensity was higher. The THI didn't show any significant difference between sides. Concerning wind's velocity and direction, in all farms the animals gathered on the side where the wind gusts' intensity was higher. In farms A and B the wind gusts had the same direction of the prevailing wind.

Of all the environmental conditions that were studied in these three farms, wind's velocity and direction was the one that had the most consistent differences between the C side comparatively with the NC side.

Key words: barn; dairy cows; concentration; environmental conditions.

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos	1
Resumo	2
Abstract	3
Índice de figuras	6
Índice de tabelas	7
Índice de gráficos	7
Lista de abreviaturas.....	8
Relatório de estágio	1
Introdução.....	3
Revisão Bibliográfica	4
1 Setor Leiteiro em Portugal.....	4
2 <i>Time budgets</i>	4
2.1 Tempo de descanso.....	6
2.2 Aumento do tempo perto dos bebedouros	7
3 Temperatura e Humidade	8
3.1 Mecanismos de adaptação	8
3.2 Efeitos negativos do stress térmico.....	11
4 Fotoperíodo.....	14
4.1 Fisiologia	14
4.2 Efeitos do fotoperíodo	15
5 Intensidade luminosa	17
6 Moscas <i>Stomoxys calcitrans</i>	18
7 Características das instalações.....	19
8 Sistemas de arrefecimento	21
8.1 Sombra.....	21
8.2 Arrefecimento com água	22
9 Claudicações e Refugo	26
9.1 Claudicações em temperaturas extremas	27
9.2 Consequências de menor tempo deitadas	28
Material e Métodos.....	30
10 Caracterização das explorações	30
11 Recolha de dados.....	31
12 Descrição e análise das variáveis em estudo	33
12.1 Concentração dos animais na extremidade dos parques	33
12.2 Análise dos valores de intensidade luminosa	34
12.3 Análise dos valores de ITH medidos pelas estações meteorológicas nas três vacarias	35

12.4	Ventos e orientação do pavilhão	36
13	Análise estatística.....	37
14	Resultados	37
14.1	Avaliação da concentração dos animais nas extremidades do parque.....	37
14.2	Intensidade luminosa.....	40
14.3	Índice de Temperatura-Humidade (ITH)	43
14.4	Avaliação da densidade de insetos	46
14.5	Ventos e orientação do pavilhão	46
15	Discussão.....	48
	Conclusão.....	55
	Bibliografia	56
	Anexo I.....	64
	Anexo II	65
	Anexo III	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Vacas sem acesso a sombras passam mais tempo perto de bebedouros (vacas em primeiro plano) comparativamente com vacas com acesso a sombras (vacas em segundo plano). (Schütz et al., 2009)	7
Figura 2 - Esquema geral dos efeitos causados pelo stress térmico (adaptado de Atrian and Shahryar, 2012).....	12
Figura 3 - Variação sazonal da taxa de gravidez numa vacaria no Sul da Flórida (adaptado de Hansen & Aréchiga, 1999).....	13
Figura 4 - Tipos de pavilhões mais comuns (Adaptado de Shoshani, 2013).....	21
Figura 5 - Curvas de lactação de dois grupos de animais depois do período de secagem durante o qual sofreram exposição ao stress térmico ou a sistemas de arrefecimento (adaptado de Tao et al., 2011).....	24
Figura 6 - Exemplo de um parque equipado com ventiladores e aspersores colocados por cima dos comedouros (www.climatek.com.br, 5/9/2015).....	25
Figura 7 - Exemplo de um parque equipado com sistema de evaporação e ventoinhas (www.koolfog.com, 4/9/2015).....	26
Figura 8 - Imagem em infravermelhos de um animal deitado durante a noite, demonstrando uma perda considerável de calor pela zona inferior do animal. Escala da temperatura em °C (Tucker & Schutz, 2009).....	28
Figura 9 - Concentração dos animais numa zona do parque. Note-se a concentração dos animais na metade do parque mais próxima da câmara.....	30
Figura 10 - Poste e suporte com os aparelhos utilizados no projeto, montado num poste da vacaria a cerca de 2,15 m do chão	32
Figura 11 - Exemplo de fotografia utilizada no estudo, sendo visível a divisão em 4 quadrantes e os números de animais contados em cada um	34
Figura 12 - Imagem do luxímetro utilizado no estudo a partir do qual foi possível medir a intensidade luminosa.....	35
Figura 13 - Imagem da estação meteorológica utilizada no estudo, da qual foi possível retirar dados relativos aos ventos, temperatura e humidade	36
Figura 14 - Bússola utilizada na determinação da orientação dos pavilhões, sobre uma das camas de areia num pavilhão	36
Figura 15 - Esquema da abordagem dos ventos ao parque da vacaria A, bem como a sua direção, em que SO= Sudoeste, O=Oeste, N=Norte, E=Este, +++ = metade do parque onde os animais se concentram, → vento dominante; →♦ vento mais forte.....	47
Figura 16 - Esquema da abordagem dos ventos ao parque da vacaria B, bem como a sua direção, em que E= Este, S=Sul, N=Norte, SO= Sudoeste, +++ = metade do parque onde os animais se concentram, → vento dominante; →♦ vento mais forte	47
Figura 17 - Esquema da abordagem dos ventos ao parque da vacaria B, bem como a sua direção, em que NE=Nordeste, NO=Noroeste, SE=Sudeste, SO= Sudoeste, +++ = metade do parque onde os animais se concentram, → vento dominante; →♦ vento mais forte	47

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Sinais fisiológicos do stress térmico e a sua associação a perdas de produção leiteira (Adaptado de Lavucell, 2012)	11
Tabela 2 - Recomendação dos níveis de iluminação de algumas áreas numa vacaria (Adaptado de Nicolai, 1996)	17
Tabela 3 - Comparação de algumas características ideais num pavilhão (Shoshani, 2013)	20
Tabela 4 - Caracterização das vacarias A, B e C no mês de Agosto de 2013.	31
Tabela 5 - Média da contagem dos animais presentes no parque, número real de animais e percentagem de animais possíveis de contar na vacaria A	37
Tabela 6 - Média da contagem dos animais presentes no parque, número real de animais e percentagem de animais possíveis de contar na vacaria B	38
Tabela 7 - Médias das contagens dos animais presentes no parque, número real de animais e percentagem de animais possíveis de contar na vacaria C	38
Tabela 8 - Tabela das médias da intensidade luminosa, tanto no valor logaritmo como no valor em lux, bem como a comparação estatística das duas metades do parque da vacaria A	41
Tabela 9 - Tabela das médias da intensidade luminosa, tanto no valor logaritmo como no valor em lux, bem como a comparação estatística das duas metades do parque da vacaria B.	42
Tabela 10 - Tabela das médias da intensidade luminosa, tanto no valor logaritmo como no valor em lux, bem como a comparação estatística das duas metades do parque da vacaria C.	43
Tabela 11 - Tabela das médias do ITH e comparação estatística dos valores de ITH nas duas metades do parque da vacaria A	44
Tabela 12 - Tabela das médias do ITH e comparação estatística dos valores de ITH nas duas metades do parque da vacaria C	45
Tabela 13 - Tabela das médias do ITH e comparação estatística dos valores de ITH nas duas metades do parque da vacaria C	46
Tabela 14 - Tabela referente ao número de moscas contadas no lado onde os animais se concentram e do lado onde estes não se concentram.....	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Gráfico relativo à proporção das vacas na extremidade mais densamente ocupada da vacaria A	39
Gráfico 2 - Gráfico relativo à proporção das vacas na extremidade mais densamente ocupada da vacaria B	39
Gráfico 3 - Gráfico relativo à proporção das vacas na extremidade mais densamente ocupada da vacaria C	40
Gráfico 4 - Gráfico comparando os valores do logaritmo da intensidade luminosa da vacaria A, relativamente ao lado onde estas se concentram (C) e não se concentram NC.....	41

Gráfico 5 - Gráfico comparando os valores do logaritmo da intensidade luminosa da vacaria B, relativamente ao lado onde estas se concentram (C) e não se concentram (NC).....	42
Gráfico 6 - Gráfico comparando os valores do logaritmo da intensidade luminosa da vacaria C, relativamente ao lado onde estas se concentram (C) e não se concentram (NC).....	43
Gráfico 7 - Gráfico comparando os valores do Índice Temperatura Humidade (ITH) da vacaria A, relativamente ao lado onde estas se concentram (C) e não se concentram (NC) ...	44
Gráfico 8 - Gráfico comparando os valores do Índice Temperatura Humidade (ITH) da vacaria C, relativamente ao lado onde estas se concentram (C) e não se concentram (NC) ...	45
Gráfico 9 - Gráfico comparando os valores do Índice de Temperatura Humidade (ITH) da vacaria C, relativamente ao lado onde estas se concentram (C) e não se concentram (NC) ...	46

LISTA DE ABREVIATURAS

ACTH	Hormona Adrenocorticotrópica
C	Animais Concentrados
EU	União Europeia
ITH	Índice Temperatura-Humidade
Log	Logaritmo
NC	Animais não concentrados
TT	Threshold Temperature
UHT	Ultrapasteurização

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

A autora realizou o estágio curricular desde 15 de setembro de 2013 a 30 de março de 2014, sendo este constituído por duas partes. A primeira foi realizada na Escócia, na Universidade de Glasgow no *Scottish Centre for Production Animal Health & Food Safety*, e a segunda foi realizada em Portugal onde a autora acompanhou um médico veterinário, Dr. Dário Guerreiro, na sua atividade clínica diária.

Embora de cariz extracurricular, a autora acompanhou o Doutor Ricardo Bexiga e a Dra. Ema Roque em várias visitas de consultoria de saúde do úbere e qualidade do leite, no período de 1 de agosto de 2013 a 15 de setembro de 2013, no sentido de ganhar uma visão e experiência nesta área de trabalho. Aqui foram desenvolvidas atividades como a identificação de animais-problema, a realização do Teste Californiano de Mastites e a recolha de amostras de leite para cultura bacteriológica. Também foi realizado algum trabalho de cálculo de taxas de cura de mastites, análise do contraste leiteiro e formação de ordenhadores.

Foi também no período de 1 de agosto a 15 de setembro que a autora realizou a recolha de dados para o projeto em estudo. Aproveitando para montar o material nos dias das visitas de consultoria às vacarias escolhidas para o projeto.

Quanto à primeira parte do estágio curricular, decorrido de 15 de setembro de 2013 a 22 de dezembro de 2013, na Escócia, a autora desenvolveu diversas atividades, tanto a nível prático como aprofundou conhecimentos a nível teórico. Aqui acompanhou alguns grupos de estudantes finalistas, fazendo as suas rotações práticas pelos vários departamentos. Inicialmente foi colocada no “Galloway building”, um edifício na faculdade para onde eram enviados animais doentes (bovinos, caprinos e ovinos) para que pudessem ser acompanhados pelos alunos. Aqui, quando corretamente justificados aos professores, os alunos podiam fazer todos os exames de diagnóstico que achassem necessários e que estivessem disponíveis (bioquímicas, hemograma, testes fecais, exames complementares de imagem, entre outros) assim como aplicar os tratamentos necessários quando a doença era diagnosticada. Neste edifício a autora pôde não só trabalhar com vários testes de diagnóstico e as respetivas interpretações, como também praticar procedimentos como colheita de sangue, colheita de fezes para testes parasitológicos, realização de ecografias e radiografias, praticar a palpação rectal, administrações parenterais, contenção dos animais, entre outros. Muito importante neste tempo foi também o desenvolvimento do raciocínio clínico nomeadamente aquando da apresentação do paciente, compreender os sinais clínicos mais relevantes, traçar um plano de diagnóstico e posteriormente o melhor tratamento a aplicar. Muitos dos animais estudados

eram depois abatidos e necropsiados, o que permitia que houvesse um seguimento do animal *post-mortem* e assim compreender ou confirmar a presença de alguma patologia. Foram acompanhados vários casos como BVD, IBR, Febre Catarral Maligna, Neoplasia ocular, timpanismo agudo, síndrome de parésia espástica, Paratuberculose.

Na Escócia a autora teve também a oportunidade de realizar o acompanhamento reprodutivo de várias explorações, permitindo a prática de palpções rectais para diagnóstico de gestação, avaliação de problemas reprodutivos e estabelecimento de programas de controlo reprodutivo. Também foi possível praticar a técnica ecográfica uma vez que eram disponibilizados aos alunos alguns ecógrafos. Foi possível também assistir às discussões entre o veterinário responsável e os produtores quanto à evolução dos índices reprodutivos e produtivos, bem como as causas e efeitos por detrás destes.

Também foi dada a possibilidade à autora de acompanhar alguns veterinários de campo numa cidade próxima de Glasgow, Lanark. A autora acompanhou estes veterinários em consultas de reprodução e em casos clínicos. Alguns dos casos acompanhados foram Listeriose, clostridioses, pneumonias, laminites, diarreias, entre outros. Também foi dada a possibilidade de fazer a descorna em animais com cerca de 6 meses.

Para além das competências clinicas e práticas adquiridas neste período também foi interessante contactar com outra realidade, cultura e formas de trabalho diferentes de Portugal.

Na segunda parte do estágio a autora acompanhou o Dr. Dário Guerreiro na sua atividade diária de consultor a nível de produção e assistência, a nível clinico, reprodutivo e cirúrgico, em inúmeras vacarias, tanto de aptidão leite como carne. Neste período a autora pôde assistir a diferentes casos clínicos como por exemplo pneumonias, cetoses, acidoses, diarreias de vitelos, entre outros. Pôde também assistir a casos de resolução cirúrgica como deslocamento do abomaso à esquerda, prolapso rectal, castração de touros, entre outros. A nível reprodutivo, para além de realizar palpções rectais para diagnóstico de gestação e despiste de problemas reprodutivos, pôde realizar alguns procedimentos como partos e cesarianas e resolução de algumas complicações obstétricas como laceração vaginal.

Para além disso a autora teve a oportunidade de acompanhar o Dr. Dário Guerreiro no seu trabalho como veterinário do Agrupamento de Defesa Sanitária (ADS) do litoral Alentejano, onde se realizaram diversas atividades que incluíram provas de tuberculização, colheita de sangue para despiste de doenças como Brucelose bovina, Tuberculose bovina e Leucose enzoótica bovina. Neste âmbito foram também realizados programas de vacinação e desparasitação.

INTRODUÇÃO

A ideia do desenvolvimento deste projeto prende-se com o facto de, em várias explorações leiteiras, os produtores observarem uma distribuição não uniforme dos animais pelos parques, e que esta variava ao longo do ano e ao longo do dia. De facto, foi observável que em certas alturas do ano e do dia, a quase totalidade dos animais se distribuía apenas numa fração da área total e, como consequência, muitos destes eram obrigados a permanecer de pé. A importância do estudo dos fatores que podem estar por detrás deste comportamento prende-se com as consequências para os animais e produtores que advém deste comportamento, nomeadamente consequências na produtividade, saúde e longevidade dos animais. É então necessário encontrar a explicação para esta distribuição não uniforme, para ser possível encontrar formas de a contornar.

Sabendo que o comportamento das vacas leiteiras é influenciado pelas condições ambientais a que estas são sujeitas, focámo-nos no seu estudo, nomeadamente na intensidade luminosa, na temperatura e humidade relativas, na velocidade dos ventos e na densidade de moscas. Tentámos perceber qual ou quais poderiam apresentar maior influência na distribuição das vacas leiteiras pelas suas instalações.

Apesar das vacarias seguidas no projeto estarem equipadas com métodos de arrefecimento dos animais, o estudo da temperatura e humidade, bem como da sua relação com o comportamento dos animais, continua a ser importante pois Overton, Sisco, Temple e Moore (2002) observaram que mesmo num estábulo equipado com aspersores e ventoinhas para arrefecimento, as vacas permaneciam de pé nas horas de temperaturas mais elevadas.

Com este comportamento os animais acabam por passar muito tempo de pé e é importante que haja uma maximização do tempo que as vacas leiteiras passam deitadas pois este influencia a produtividade, longevidade e bem-estar do animal. O efeito mais importante do tempo que os animais passam de pé é sobre o risco de claudicações – quanto menos tempo deitadas, maior é o risco de claudicações (Leonard et al., 1994). Também existem outras consequências potenciais do tempo mais curto que os animais passam deitados, incluindo a diminuição do tempo de ruminação (Schirmann, Chapinal, Weary, Heuwieser, & von Keyserlingk, 2012) e o maior risco de cetose (Calderon & Cook, 2011). Para além das consequências já mencionadas existem outras a assinalar, como a diminuição da produtividade por menor aporte de sangue ao úbere (Metcalf, Roberts & Sutton, 1992, Rulquin and Caudal 1992).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 Setor Leiteiro em Portugal

O setor leiteiro tem um papel bastante significativo na produção agrícola nacional. Entre 2003 e 2005, o setor dos lacticínios em Portugal representou aproximadamente 11,5% da produção agrícola nacional (GPP, 2007) e em 2009, 11%. A maioria do leite é produzido por vacas (cerca de 94,7%), sendo o restante produzido por ovelhas (4%) e cabras (1,3%).

Segundo a APROLEP (2012) o setor nacional possui 7 mil produtores, dos quais apenas 4 mil se encontram em Portugal Continental. Quanto às explorações, tem-se assistido a um aumento da dimensão média, uma maior especialização e forte concentração territorial. Este aumento da dimensão média das explorações leiteiras nacionais é uma tendência atual do setor e resulta de uma diminuição do número de produtores de pequena dimensão. Verificou-se uma diminuição de 85% no número de produtores nacionais entre 1993/94 e 2009/2010. Houve um crescimento no número de produtores apenas nos escalões superiores a 400 toneladas de entregas por ano e um decréscimo de 60% no número de produtores no escalão inferior a 20 toneladas (Fenalac, 2011).

Com o aumento da dimensão média das explorações também se tem verificado uma especialização e aumento da produtividade das mesmas. A produtividade tem vindo a refletir o aumento da especialização, havendo assim um maior rendimento por vaca, atingindo os 6956 kg em Portugal em 2008 versus os 6688 kg da média da EU-27 e os 7012 kg da EU-15 (European Commission, 2011).

Em termos de estrutura produtiva, o setor do leite assenta sobretudo na produção de produtos de baixo valor acrescentado unitário, onde o leite de consumo (na sua maioria UHT) assume um papel de destaque, seguido a enorme distância pelos iogurtes, queijos e outros leites acidificados. Portugal encontra-se muito próximo da autossuficiência em termos do setor do leite, assistindo-se a um equilíbrio entre produção e consumo, ao nível de vários produtos lácteos e em termos de equivalentes do leite. No entanto, o país regista graus de autossuficiência superiores a 100% em produtos de baixo valor acrescentado unitário, nomeadamente leite de consumo, manteiga e leite em pó gordo, mas é deficitário em produtos de alto valor acrescentado unitário, nomeadamente queijo, iogurtes e leites fermentados.

2 *Time budgets*

Tem-se assistido ao crescimento do número de explorações que utilizam sistemas de estabulação permanente em regime livre para as vacas leiteiras. Isto é, utilizam-se parques

onde os animais são livres de se movimentarem, terem o descanso que precisam, onde dispõem de uma fonte de água que lhes permite beber a quantidade que necessitam diariamente e uma fonte de alimento adequado às necessidades diárias, tanto ao nível quantitativo como nutricional. Nestes sistemas as vacas são ordenhadas 2 ou 3 vezes por dia e este período não deve exceder mais que 1 hora por ordenha (Nigel B. Cook & Nordlund, 2009). Cada vez mais tem aumentado a preocupação com o bem-estar das vacas mantidas neste sistema, o que tem levado a um maior estudo do comportamento destes animais e a influência que este sistema pode ter (Garry, 2004).

O tempo que as vacas passam na ordenha é determinado pelo maneio do início ao final desta e da própria sala de ordenha, não podendo os animais controlar este tempo. Contudo, no parque, estas podem dividir o seu tempo entre atividades como comer, beber, descansar, socializar ou permanecer nos cubículos. Estas várias atividades são definidas como *time budgets* (Grant, 2004).

Num estudo realizado por Gomez e Cook (2010) em que estes analisaram 250 vídeos, cada um correspondendo a um período de 24 horas, foram recolhidas, de 208 vacas em 17 parques com cubículos, as médias dos tempos despendidos para realizar cinco dos comportamentos predominantes nas vacas leiteiras estabuladas. Estes incluíram o tempo em que estavam deitadas e em pé nos cubículos, o tempo em pé nos corredores, o tempo em que estavam a beber, o tempo em que se estavam a alimentar e o tempo de ordenha.

As vacas necessitam de despende grande parte de tempo a alimentarem-se. Neste estudo a média foi de 4,4h/d (1,4h/d-8,1h/d). Segundo os autores, este tempo é cerca de metade do tempo despendido pelas vacas em regime extensivo, em que a média é próxima de 8-9 h/d. Verificou também que estas passavam uma média de 0,4h/d nos bebedouros, ou à volta destes.

Gomez e Cook (2010) verificaram que, em 17 vacarias do estado do Wisconsin, nos Estados Unidos da América, com 2 a 3 ordenhas por dia, a média do tempo gasto nas ordenhas era de 2,6h/d (0,9-5,7 h/d). O tempo restante nos parques era ocupado com outras três atividades: tempo em que estavam deitadas, tempo em pé no cubículos e tempo em que andavam nos corredores. Neste último os animais despendiam cerca de 2,4 h/d entre socialização, movendo-se entre locais de alimentação e quando regressavam das ordenhas. Uma vez no cubículo estas permaneciam em pé cerca de 2,9h/d (0,3-13h/d) e deitadas cerca de 11,3 h/d (2,8-17,6 h/d). O autor faz notar a grande variabilidade nos tempos dos comportamentos. Noutro estudo, o mesmo autor determinou que vacas sem claudicação não passavam mais que 2h/d em pé nos cubículos (Cook, Bennett, & Nordlund, 2004).

2.1 Tempo de descanso

Metcalf et al. (1992) e Rulquin e Caudal (1992) afirmaram que, para que haja maior produção de leite a vaca necessita de passar mais tempo deitada para que o aporte sanguíneo ao úbere seja maior – aumento de cerca de 24-28% em relação à permanência em estação. Não se deitarem tempo suficiente leva também a que a taxa de claudicações aumente e ocorram impactos negativos na concentração de ACTH (hormona adrenocorticotrópica), resposta do cortisol à ACTH e na hormona do crescimento (Munksgaard & Løvendahl, 1993; Munksgaard & Simonsen, 1996; Munksgaard, Ingvarsten, Pedersen & Nielsen, 1999; Ingvarsten et al., 1999; Cook & Nordlund, 2009) – havendo evidência de resposta a um estado de stress.

Alguns trabalhos citados em Cook (2008) sugerem que há uma relação linear entre o tempo que a vaca passa deitada e o aumento da produção em cerca de 907g a 1,588kg de leite por cada hora de descanso adicional, contudo este não obteve os mesmos resultados nos seus estudos, indicando que a relação entre horas de descanso e aumento dos quilos de leite produzidos não foi tão significativa nos modelos por ele utilizados para a mesma situação. Este autor afirma que todas as vacas necessitam de um certo tempo de descanso independentemente da quantidade de leite produzida, e que, num regime intensivo, este período mínimo é de cerca de 12h/d, o que vai de encontro a outros estudos publicados por Munksgaard, Jensen, Pedersen, Hansen, e Matthews (2005) e Cook et al. (2004). Existem inúmeros fatores e atividades que influenciam e têm impacto no tempo disponível para o descanso dos animais, sendo alguns deles: o tempo na ordenha, a competição por cubículos em caso de sobrelotação dos parques, cubículos mal desenhados e condições ambientais inadequadas.

Norring, Valros e Munksgaard (2012) realizaram um estudo no qual relacionavam os *time budgets* dos animais com o seu nível de produção. Verificaram que as vacas com maior produção passavam menos tempo deitadas, comparativamente às vacas com baixa produção, e que estas ruminavam mais tempo em estação do que deitadas. Também verificaram que as vacas com produção mais baixa passavam menos tempo deitadas no início da lactação do que no final. Segundo Österman e Redbo (2001) e Overton et al. (2002), citados neste estudo, o desconforto no úbere antes da ordenha pode ser uma explicação para o menor tempo que as vacas com maior produção passam deitadas. Norring et al. (2012), refere que antes da ordenha da manhã os animais passam menos tempo deitados mas o mesmo não se verifica na ordenha da tarde. Com o aumento da capacidade produtiva as vacas passam menos tempo deitadas após a ordenha, tanto de manhã como de tarde.

Ainda no estudo de Norring et al. (2012) as vacas primíparas e as com maior produção adormeciam mais rapidamente que as vacas múltíparas e com menor produção. Admitia-se que estas estavam a dormir quando estavam deitadas sem qualquer reação (como ruminar e movimentar a cabeça) ou deitadas com o pescoço relaxado. No caso das primíparas este comportamento pode estar relacionado com o facto de estas serem novas e ainda estarem a crescer e no caso das vacas com maior produção este comportamento pode estar a ser motivado por outro fator como a privação do sono. Alguns estudos afirmam que, depois de algumas horas forçadas a estar em pé, as vacas tendem a estar longos períodos deitadas, comparativamente aos animais sem qualquer restrição (Metz, 1985; Cooper, Arney & Philips 2007; Cooper, Arney & Philips, 2008).

2.2 Aumento do tempo perto dos bebedouros

As vacas não estabuladas desenvolveram alguns comportamentos de forma a aliviar o stress térmico, como o aumento do tempo perto dos bebedouros (Schütz, Rogers, Cox & Tucker, 2009). O porquê deste comportamento ainda não está completamente entendido mas pensa-se que poderá ser explicado pela redução do calor corporal quando a água é ingerida. Quando há acesso a água fresca durante o Verão, o ganho de peso nos animais em feedlot é maior, e estes aumentam a ingestão de água quando não há acesso a sombras (Mader et al., 1997). Outra possibilidade para este comportamento poderá ser um microclima gerado devido à evaporação da água, criando um ambiente mais fresco em comparação com os locais longe desta (Figura 1).

Figura 1 - Vacas sem acesso a sombras passam mais tempo perto de bebedouros (vacas em primeiro plano) comparativamente com vacas com acesso a sombras (vacas em segundo plano). (Schütz et al., 2009)



3 Temperatura e Humidade

A evolução genética dos bovinos para produções de leite crescentes tem sido acompanhada naturalmente pelo aumento da quantidade de alimento ingerido. Deste aumento resulta também o aumento do calor metabólico produzido, permitindo que, em climas frios e mais rigorosos, os animais mantenham a temperatura. Quando em climas quentes, para suportar este aumento, a vaca possui mecanismos termorreguladores muito eficientes que mantêm a temperatura corporal dentro dos limites confortáveis e numa homeostasia fisiológica (Kadzere, Murphy, Silanikove, & Maltz, 2002). Os mecanismos para dissipar calor são: aumento de taxa respiratória, aumento dos batimentos cardíacos, sudorese, aumento na ingestão de água, diminuição na ingestão de alimentos, a procura por zonas com água, etc. (Rodrigues, 2006).

O aumento da produção de leite leva a que haja uma maior libertação de calor metabólico na sua produção (consoante a quantidade e qualidade dos alimentos consumidos a quantidade de calor libertado pode ser maior ou menor). Como a quantidade de leite produzido por vaca tem vindo a aumentar, conseqüentemente também o calor metabólico aumenta mas, felizmente, não de forma proporcional (Kadzere et al., 2002).

3.1 Mecanismos de adaptação

A adaptação a mudanças no ambiente e ao fotoperíodo são processos homeotérmicos que envolvem mudanças nos sinais hormonais e nos tecidos e órgãos do corpo que recebem os estímulos exteriores. Hormonas que se sabem ser termorreguladoras incluem as hormonas tiroideias, a prolactina, a somatotropina, glucocorticóides e mineralocorticóides. Um exemplo desta adaptação hormonal ao clima é o ritmo sazonal da concentração de prolactina quando os animais se adaptam às alterações sazonais da mudança da temperatura e da duração do dia (Auchtung & Dahl, 2004).

Os animais têm uma temperatura ambiental na qual o metabolismo funciona sem modificações, chamada zona térmica neutra. Tipicamente esta temperatura é superior à temperatura do ambiente, de forma a assegurar que a temperatura produzida pelo metabolismo seja libertada (Collier, Dahl, & VanBaale, 2006). Quando há o desvio desta zona térmica há modificação do metabolismo e no comportamento do animal. Esta zona térmica neutra situa-se entre 5°C e 25°C para os bovinos leiteiros. Acima deste valor a fisiologia e comportamentos normais são alterados (Roelfeldt, 1998). A libertação do calor é feita com os seguintes processos: condução, convecção, radiação e evaporação. As três primeiras necessitam que exista um gradiente térmico para que aconteçam, enquanto a última ocorre quando existe um gradiente de pressão. Quando a temperatura corporal e a do ambiente são

semelhantes, a única forma de perda de calor é através da evaporação. Se a temperatura do ambiente for superior à temperatura corporal o fluxo de calor inverte, sendo muito difícil ou impossível a libertação de calor.

Quando a temperatura aumenta acima do limite máximo da zona de conforto térmico (25°C) o animal entra em stress térmico pois não tem mecanismos de arrefecimento suficientemente adequados (Akari et al., 1984). Por definição, o stress térmico é o estado a partir do qual os animais não são capazes de dissipar o calor corporal excessivo de forma a manter a temperatura corporal em valores normais.

Para além da temperatura, também a humidade relativa constitui um fator importante no desencadear do stress térmico (Kadzere et al., 2002). Em geral, as vacas não se adaptam a ambientes em que a humidade relativa é elevada. Quando a temperatura se altera de tal modo a atingir o ponto crítico de desconforto, a humidade relativa é importante para os mecanismos evaporativos de dissipação de calor, pois em condições de humidade elevada há inibição de evaporação pela pele e pelo trato respiratório, aumentando as condições de stress para o animal. McDowell, Hooven, e Camoens (1976) sugeriram que o Índice Temperatura Humidade (ITH) poderia ser utilizado como indicador das condições ambientais e assim estimar os impactos que estas teriam na performance dos animais. Este índice é calculado através da temperatura do ar com um termómetro seco (D) e um termómetro húmido (W) num determinado dia, de acordo com a seguinte expressão:

ITH (Índice Temperatura Humidade) = 0,72 (W+D) + 40,6; Temperatura medida em °C.

Segundo Kadzere et al. (2002), quando o ITH <70 os animais encontram-se num ambiente que lhes é confortável, quando está entre 75-78 já há algum stress térmico, e quando os valores estão acima de 78 os animais já estão em stress térmico extremo, situação que leva a que os mecanismos termorreguladores sejam incapazes de manter a temperatura corporal num intervalo considerado normal.

Lemerle e Goddard (1986), descrevem que, apesar de a temperatura rectal só aumentar com valores de ITH maiores que 80, a frequência respiratória começa a aumentar com valores perto de 73 e pode aumentar abruptamente com valores acima de 80. Estes valores sugerem que os mecanismos homeostáticos, como o aumento da frequência respiratória, podem atrasar o aumento da temperatura rectal até que o ITH atinja os 80. Estes valores são semelhantes ao valor crítico de 78 descrito por McDowell et al. (1976). Já num artigo publicado por Lavucell (2012) os valores mudam ligeiramente, admitindo-se que para valores de ITH entre 68 a 70, o animal já se encontra no limiar do estado de stress, e entre 72 a 79 já há stress evidente e há aumento da temperatura corporal. Com valores superiores a 79 o stress já é grave (Tabela 1).

Tabela 1 - Sinais fisiológicos do stress térmico e a sua associação a perdas de produção leiteira (Adaptado de Lavucell, 2012)

Nível de stress	Frequência Respiratória (respiração minuto)	Temperatura rectal por	Perca de produção
Limiar de stress THI= 68-71	> 60 RPM	> 38,5 °C	-0.283kg/h
Stress moderado THI= 72-79	> 75 RPM	> 39,0 °C	-0.303kg/h
Stress grave THI= 80-89	> 85 RPM	> 40,0 °C	-0.322kg/h
Stress extremo THI= 90-99	> 120 RPM	> 41,0 °C	Não medido.

Recentemente, a termografia com infravermelhos tem demonstrado ser uma abordagem relativamente económica para estimar a temperatura da superfície da pele dos animais. Se a superfície da pele tiver uma temperatura inferior a 35°C, o gradiente de temperatura com o interior do corpo é suficiente para que as trocas de calor sejam feitas através dos quatro processos já mencionados. Sabe-se também que a temperatura da pele está correlacionada com a frequência respiratória dos animais, tornando a termografia com infravermelhos um método acessível para verificar se o ambiente em que o animal se encontra lhe é confortável (Collier et al., 2006).

Os dispositivos intravaginais acoplados aos dispositivos hormonais intravaginais de libertação continua (CIDR®, Zoetis) têm sido outra forma estudada para medir a temperatura corporal dos animais. Estes dispositivos permanecem na vagina fazendo medições da temperatura corporal a cada 60 segundos durante 6 dias. Esta forma de medição permite fazer uma monitorização da temperatura durante 24h à medida que a vaca se vai deslocando por diferentes áreas do parque, permitindo-nos perceber não só o estado do animal mas também as diferenças ambientais dos locais por onde esta se desloca (Collier et al., 2006).

3.2 Efeitos negativos do stress térmico

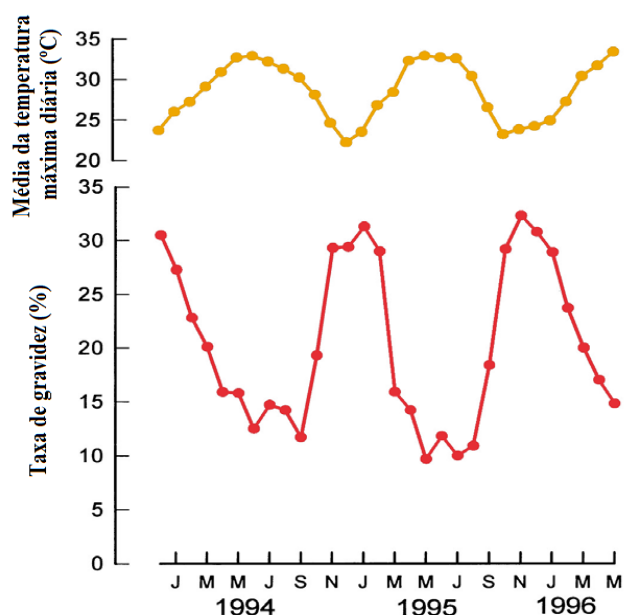
O custo da energia tem aumentado levando a que o retorno do investimento na modificação do ambiente tenha vindo a diminuir. Este investimento é essencial para proporcionar o conforto necessário ao animal para que este consiga otimizar a produção. Sendo assim, existe interesse em diminuir o custo da energia utilizada para o arrefecimento dos animais, por exemplo através da descoberta dos genes que controlam a adaptação dos animais às condições do meio e assim aumentar a resistência a fatores de stress sem prejudicar a produtividade.

Quando as condições levam a que a vaca entre em stress térmico, estas ativam mecanismos fisiológicos como o aumento da frequência respiratória, vasodilatação periférica, aumento da

níveis de gordura e proteína no leite diminuíram à temperatura de 30°C. A esta temperatura também a quantidade de ácidos gordos de cadeia curta era menor.

As vacas secas e as que não estão a contribuir para o tanque de leite são muitas vezes as que mais sofrem com o stress térmico uma vez que os cuidados e a monitorização do seu bem-estar são menores. O stress térmico nas vacas gestantes pode levar ao nascimento de vitelos com menor peso e diminuição da produção leiteira na lactação seguinte (Jones, 2013).

Figura 3 - Variação sazonal da taxa de gravidez numa vacaria no Sul da Flórida (adaptado de Hansen & Aréchiga, 1999)



Efeitos negativos na nutrição

Com o calor e a humidade, os animais tendem a diminuir a sua atividade física e a modificar o seu comportamento alimentar, fazendo com que, em alturas de stress térmico, haja maior risco de problemas metabólicos, nomeadamente acidose. Vários fatores podem levar a acidose quando as temperaturas estão elevadas como: a diminuição da ingestão de matéria seca, com menor proporção de forragem e elevados níveis de concentrado; a diminuição de substâncias tampão uma vez que, em clima quente, a ruminação diminui e há menor quantidade de saliva a chegar ao rúmen devido à salivacção excessiva; a respiração ofegante, que faz com que mais CO₂ seja expelido, diminuindo o poder tampão da saliva; e, finalmente, a alteração do comportamento alimentar quando as temperaturas estão muito elevadas, pois os animais preferem comer em grandes quantidades ao amanhecer e entardecer quando as temperaturas são mais baixas.

A diminuição do pH ruminal leva a menor eficiência na degradação da fibra pois as bactérias celulolíticas são as mais afetadas quando o pH ruminal diminui para valores menores que 6. Pelos motivos mencionados, a formulação da ração deve ser alterada de forma a minimizar as consequências das temperaturas elevadas.

Efeitos negativos no comportamento

Com o aumento da temperatura os animais procuram sombras ou outras estruturas onde encontrem ambientes que lhes sejam mais favoráveis (Tucker, Rogers, & Schütz, 2008; Atrian & Shahryar, 2012). Os animais procuram sempre microclimas que tenham temperaturas mais baixas e um ambiente que permita um arrefecimento corporal mais eficiente e rápido. Por exemplo, quando têm escolha estas optam por manterem-se debaixo de uma sombra em vez de outro sistema de arrefecimento mas, se houver uma sombra com sistema de arrefecimento estas dão-lhe preferência (Anderson et al., 2013). Na tentativa de diminuir a temperatura, a vaca permanece em estação de forma a aumentar a superfície disponível para dissipar o calor (Igono, Johnson, Steevens, Krause & Shanklin, 1987; Smith, Bradford, Harner, Ito, Keyserlink, Mullins, Potts, Allen & Overton, 2012; Anderson et al., 2013). Há, portanto, uma alteração dos tempos de alimentação e de descanso e, devido ao tempo tão prolongado em estação, é provável que existam mais casos de claudicações (Galindo & Broom, 2000; Cook et al., 2007)

4 Fotoperíodo

O fotoperíodo é um dos fatores ambientais mais importante, uma vez que os animais adotaram-no como referência para vários processos fisiológicos. Segundo Auchtung e Dahl (2004), o fotoperíodo afeta não só processos como a reprodução mas também o crescimento, a lactação e o estado imunitário.

Existem várias formas disponíveis ao produtor para aumentar a produção leiteira, como é exemplo, o uso de somatotropina bovina (não autorizada na Europa), o aumento do número de ordenhas (mais que duas vezes por dia) e, aqui desenvolvido, a manipulação do fotoperíodo.

4.1 Fisiologia

A fotoreceção ocorre na retina e os bovinos são capazes de diferenciar intensidades luminosas a partir de 5 lux (Phillips & Weiguo, 1991)

A secreção da melatonina pela glândula pineal é baixa durante os tempos de exposição à luz. A luz inibe a atividade da enzima envolvida na síntese da melatonina, N-acetiltransferase (Buchanan, Chapin, & Tucker, 1992, Takahashi & Zatz, 1982).

À semelhança de outros animais, existe dependência da glândula pineal para que haja resposta ao fotoperíodo (Petitclerc, Peters, et al., 1983). A distinção entre um dia longo e um dia curto é feito através da duração dos picos de secreção de melatonina e a secreção de outras hormonas depende desta percepção. Quando o dia é longo existe uma maior produção da hormona de crescimento, estimulando a libertação da hormona IGF I (insulin-like growth factor-I). A produção de leite aumenta quando os níveis desta hormona são elevados. O aumento da somatotropina bovina também aumenta a produção de IGF I (Bauman, 1999). Considera-se que um dia é longo quando existem 16 a 18 horas de luz e 6 a 8 horas de escuridão. Num estudo realizado por Miller et al. (1999), estes tentaram perceber a influência que o uso da somatotropina bovina e a alteração do fotoperíodo para dias longos teriam no aumento da produção leiteira. Concluíram que quando as vacas recebiam o tratamento com somatotropina, a média de produção aumentava 5,7L/dia e quando alterado o fotoperíodo para dias longos a média de produção aumentava 1,9L/d. O tratamento com ambos levava a um aumento da produção em 7,7L/dia, revelando haver então um efeito aditivo na resposta a estes dois estímulos. Também um estudo de Dahl, Buchanan, & Tucker (2000), refere a manipulação do fotoperíodo de forma a aumentar a produção leiteira. Neste estudo o aumento do número de horas de luz por dia de cerca de 12h (dias curtos) para 16h a 18h aumentou a produção média diária de leite em cerca de 2,5kg por vaca.

4.2 Efeitos do fotoperíodo

Efeito do fotoperíodo na reprodução e crescimento

Apesar dos bovinos não serem reprodutores sazonais, no sentido estrito de terem épocas marcadas de atividade e inatividade, existe tendência para alguma sazonalidade. Por exemplo, o ciclo éstrico é mais longo nas vacas com partos no inverno relativamente às vacas com partos no verão (Hansen, 1985). A idade de entrada na puberdade também varia consoante a altura em que nascem (Schillo, Hansen, Kamwanja, Dierschke, & Hauser, 1983). Embora haja variação em fatores ambientais e de manejo consoante a época, a reprodução é fortemente influenciada pelos efeitos do fotoperíodo. Tem-se observado que novilhas expostas a dias longos entram mais cedo na puberdade comparativamente a outros grupos de animais expostos a dias curtos (Peters, Chapin, Emery, & Tucker, 1980; Hansen, Kamwanja, & Hauser, 1983; Schillo et al., 1983). Também se observou que aqueles que eram expostos a 18h de luz/6h de escuridão tinham uma resposta mais eficiente à hormona luteínica (LH) e ao estradiol comparativamente às novilhas com 8h de luz/16 horas de escuridão (Hansen, Kamwanja, & Hauser, 1982).

O fotoperíodo afeta a reprodução uma vez que este impulsiona o crescimento e alteração da composição corporal do animal. Os dias longos aumentam a taxa de crescimento, bem como aceleram a entrada na puberdade (Peters et al., 1980, Hansen et al., 1983). Antes da puberdade, o maior crescimento está associado com a diminuição do *turnover* das proteínas e com os animais possuírem melhores taxas de conversão (Hansen et al., 1982, Petitclerc, Chapin, Emery, & Tucker, 1983). Após a puberdade os animais aumentam a acumulação de gordura se submetidos a dias curtos (Zinn et al., 1986).

Efeito do fotoperíodo na lactação

Peters, Chapin, Leining, & Tucker (1978) foram os primeiros a descobrir que a exposição das vacas a dias longos aumentava a produção leiteira. Um estudo de Reksen et al., (1999) afirma que expondo as vacas a mais de 12h de luz por dia, estimula a produção leiteira relativamente a vacas que recebem menos que estas horas por dia. Apesar de haver evidências que os dias longos têm um efeito galatopoiético nos bovinos, os mecanismos endócrinos que estão na sua base ainda não estão completamente entendidos.

Além das vacas em lactação, o fotoperíodo também foi estudado nas vacas secas. Mas neste caso, ao contrário das vacas em lactação, foi observado que uma menor exposição à luminosidade levava a um aumento da produção na lactação seguinte. Na Universidade de Maryland (Estados Unidos da América) avaliaram a manipulação do fotoperíodo durante o período seco e os seus efeitos na lactação seguinte. Foi observado que as vacas previamente expostas a dias curtos produziram 3,2 Kg/dia a mais de leite que os animais expostos a dias longos no período seco, sendo a avaliação conduzida durante 16 semanas após o parto (Auchtung, Rius, Kendall, McFadden, & Dahl, 2005).

Auchtung et al. (2005) observaram que durante o período seco a exposição a dias mais curtos inibia a secreção de prolactina e aumentava os níveis de recetores de prolactina na glândula mamária. Com isso, havia maior diferenciação celular e desenvolvimento de células secretoras de leite na glândula mamária. Há também estudos que demonstram que a redução da luminosidade durante o período seco está associada à melhoria da atividade imunológica (redução de mastites e de retenções placentárias). Alterações na secreção e sensibilidade da hormona prolactina pode explicar os efeitos dos dias curtos durante o período seco. Dias longos aumentam a secreção desta hormona, enquanto dias curtos inibem. Contudo, quantidades baixas de prolactina em dias curtos está associado a uma maior quantidade e sensibilidade de recetores de prolactina. Como a prolactina é muito importante no processo da ativação das células da glândula mamária que ocorrem altura do parto a prolactina tem efeito imunoestimulante, pensa-se que esta alteração na sensibilidade que acompanha o tratamento

com dias mais curtos contribuam para a manutenção de um úbere saudável (Auchtung et al., 2005, Auchtung & Dahl, 2004).

5 Intensidade luminosa

Existem vários fatores que podem alterar o ritmo das atividades diárias como mudanças no fotoperíodo, temperatura, alimentação, disponibilidade de água e intensidade luminosa, sendo esta última bastante importante (Piccione, Giannetto, Schembari, Gianesella, & Morgante, 2011). A intensidade luminosa é medida em “lux” e consiste na luz visível emitida por uma fonte de luz. A intensidade depende da distância a essa mesma fonte, o tipo de luz e o ângulo de incidência. Um luxímetro mede a quantidade de luz num ponto específico (Cheng et al., 2004). A distância da fonte de luz é importante quando medimos a luz a que as vacas estão expostas. Alguns estudos realizados em vacarias mediram a intensidade luminosa a uma altura de 1,2m a 1,5m, que corresponde, aproximadamente, à altura dos olhos do animal em relação ao chão (Stanisiewski et al., 1998; Reksen et al., 1999; Bale, Penner, Oba & Kennedy, 2008; Gavan & Motorga, 2009). Na tabela 2 encontram-se níveis de intensidades luminosas recomendados em algumas zonas de uma vacaria. É importante referir que, em dias com muito sol, estes valores podem ser superiores a 11000 lux (Ondarza & Suttmeier, 2008, em “Light - Milkproduction.com”)

Tabela 2 - Recomendação dos níveis de iluminação de algumas áreas numa vacaria (Adaptado de Nicolai, 1996)

Local	Intensidade luminosa (Lux)
Sala de ordenha	
- Luz geral	215
- Luz na zona do operador	540
Parque de espera	110
Zona de tratamentos ou cirurgias	1100
Maternidade	215
Área de alimentação em parque com cubículos	215
Escritório	540

É essencial garantir uma intensidade de luz de 110 a 215 lux na zona de alimentação durante 16 a 18 horas e um período de escuridão (5 a 50 lux) de 6 a 8 horas (Chainstain & Nicolai, 2007).

Na Suécia, as especificações técnicas recomendadas são 100-150 lux durante o dia e 5 lux durante a noite. A intensidade luminosa mínima difere entre vários países, por exemplo, Alemanha e Grã-Bretanha recomendam 20 lux durante a noite, a França 30 lux, enquanto que na Suíça estipulam os 60 lux como a intensidade luminosa ideal para o período da noite (Dannenmann, Buchenauer, & Fliegner, 1985; Phillips & Morris, 2000).

6 Moscas *Stomoxys calcitrans*

Segundo Knapp, Charron & Burg, (1995) e Miller (1995) citado em Vitela et al. (2006), grande densidade de moscas hematófagas (conhecidas como moscas do estábulo, *Stomoxys calcitrans*) produz efeitos deletérios nos animais devido à perda de sangue e também ao desconforto e irritação produzidos pela mordida da mosca. Para além das reduções na produção leiteira e no ganho de peso, as moscas afetam também o comportamento dos animais e podem atuar como vetores para doenças como a queratoconjuntivite infecciosa, provocada pela bactéria *Moraxella bovis* (*M. bovis*).

Quando a densidade destes insetos aumenta, o grupo de bovinos reage agrupando-se, direcionando as cabeças para o interior do grupo de forma a tentarem proteger os membros anteriores que correspondem à principal zona de alimentação das moscas (Berry et al. 1983). Wieman, Campbell, Deshazer e Berry (1992), referem que as vacas se agrupam desta forma mesmo quando a densidade de insetos é baixa e tendem a deitarem-se mais, escondendo as zonas mais sensíveis às moscas hematófagas (Hart, 1992). Quando os animais se agrupam, devido à quantidade de insetos durante as épocas de temperaturas ambientais elevadas, existe maior risco destas entrarem em *stress* térmico.

Haley (2000) verificou que é durante a noite e ao amanhecer que as vacas estão mais tempo deitadas a não ser que sejam distraídas por outras atividades como a alimentação e a ordenha. Quando existem fatores que provocam stress nos animais, como a presença de moscas, estes também passam mais tempo pelos corredores, tanto parados como a andar de um lado para o outro (Cockram, 1991).

Campbell e Hermanussen (1971) e Wieman et al. (1992) verificaram que, como reação à *S. calcitrans*, as vacas podem agrupar-se ou permanecer dentro de água para tentarem evitar as moscas. Alguns animais sem tratamento com inseticidas deitavam-se na área com maior quantidade de estrume possivelmente pelo efeito protetor deste nos membros e nas laterais do corpo contra a picada da mosca, encorajando assim a que a vaca permanecesse deitada nestes locais.

Aoyama et al. (1994) e Suárez e Orihuela (2002), descobriram que a fração volátil dos excrementos dos animais tinha um efeito repulsivo das moscas em vacas e noutros herbívoros, fazendo com que estes evitassem as zonas contaminadas. Os excrementos, a urina e a palha das camas acumuladas, são locais ideais para a ovipostura das moscas, deduzindo-se assim que estas constituem zonas onde a população destas pode ser maior (Meyer & Petersen, 1983; Meyer & Shultz, 1990).

7 Características das instalações

Um estudo realizado durante os verões de 2004 e 2005 por Shoshani & Hetzroni (2013) teve como objetivo determinar as características ideais para vacas de alta produção em Israel, durante as condições meteorológicas do verão, usando para tal, o novo modelo de stress que tem em conta, para além da temperatura ambiente e da humidade relativa, a velocidade do vento, produção leiteira do animal e a espessura da pele – designando-se por TT (Threshold Temperature). Este valor determina a partir de que temperatura a vaca aumenta frequência respiratória como resposta ao desenvolvimento do stress pelo calor. Quanto maior o valor de TT, em melhores condições estão os animais.

Sob elevadas temperaturas e com ventilação natural, a frequência respiratória dos animais instalados em parques com cubículos aumentava mais cedo em comparação com parques sem cubículos. Este fato pode ser em parte devido à grande densidade de animais que costuma existir nos parques com cubículos e à quantidade de elementos e material, como as divisões entre cubículos, as colunas, entre outros, ou seja, todo o material necessário à construção do parque que leva a que haja uma obstrução à passagem do ar. Esta hipótese foi apresentada uma vez que notaram que a havia diferença em TT entre a direção do parque Norte-Sul (que é perpendicular aos ventos predominantes) e Este-Oeste nos parques com cubículos (1,5°C) e nos parques sem cubículos (0,6°C). A concentração dos animais numa determinada localização do parque também foi influenciada pela velocidade dos ventos uma vez que a concentração não foi tão pronunciada na direção Norte-Sul em comparação à Este-Oeste nos parques (Tabela 3).

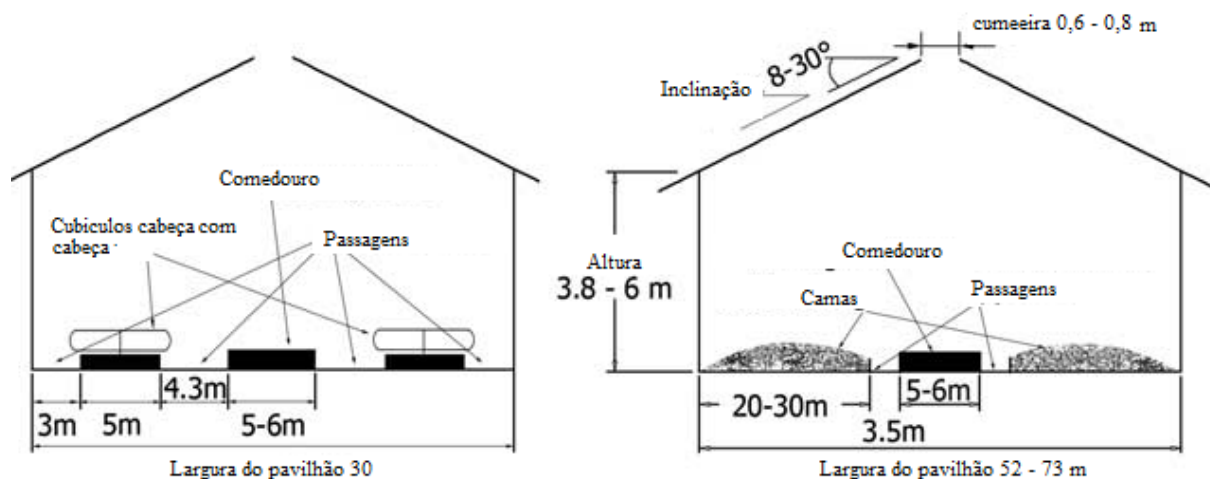
Tabela 3 - Comparação de algumas características ideais num pavilhão (Shoshani, 2013)

Tipo de parque	Orientação do parque
<p>A média TT nos parques com cubículos individuais (31,7°C) foi menor que a dos parques conjuntos (sem cubículos) (32,2°C).</p>	<p>Os parques orientados Norte-Sul (perpendicular à direção dos ventos prevalentes) demonstraram ter uma média de TT diária maior que os orientados Este-Oeste (paralelo à direção do vento): 32,7°C e 31,8°C, respetivamente. Esta diferença foi consistente durante todo o dia exceto entre as 11h à 13h. A vantagem da orientação Norte-Sul foi evidente em ambos os tipos de parque (com ou sem cubículos); A diferença no TT entre as duas orientações foi 1,4°C para parque com cubículos e 0,4°C para parque sem cubículos.</p>

Outra observação feita foi que a orientação do parque em relação à direção dos ventos prevalentes afetava significativamente o alívio dos animais quando em stress térmico, tanto no parque de cubículos como sem. Esta observação é compatível com as de Barrington, Zemanich e Choiniere (1994) que indicaram que as taxas de ventilação dependem da exposição e orientação do parque em relação aos ventos prevalentes. O efeito deve ser mais pronunciado em estruturas que são desenhadas para terem apenas ventilação natural e, que portanto não têm paredes laterais, como descrito por Barrington et al. (1994).

Quando a altura do pavilhão é menor que 4,3m, a orientação do parque perpendicularmente aos ventos prevalentes tem melhores níveis de TT do que se for uma orientação paralela. Em estruturas com a altura maior que 4,8m não houve grande diferença no TT em parques na direção Norte-Sul. Estas conclusões estão de acordo com as descritas por Bray et al. (1990) e Stowell e Bickert (1994). Contudo, estruturas que estão orientadas Este-Oeste (paralelas aos ventos prevalentes, no caso deste estudo) mostram um efeito significativo na altura acima de 5 m. Este resultado pode indicar que são necessárias alturas maiores em parques orientados paralelamente aos ventos dominantes, de forma a compensar a diminuição da circulação de ar ao longo deste (Figura 4).

Figura 4 - Tipos de pavilhões mais comuns (Adaptado de Shoshani, 2013)



Quando a largura do parque é superior a 42 m começa a haver stress térmico nos parques orientados paralelamente aos ventos. Já nos parques orientados perpendicularmente aos ventos o stress térmico começa a ser evidente apenas em larguras superiores a 51 m. Este fato pode ser devido à circulação natural do ar na orientação paralela aos ventos ser inferior comparativamente aos parques direcionados perpendicularmente aos ventos prevalentes. Neste estudo também verificaram que, nos parques orientados perpendicularmente, o TT era melhor em larguras entre os 43 a 51 metros. Uma melhor circulação de ar pode também ser a razão para que estes intervalos de largura sejam mais vantajosos em relação a estruturas mais largas ou mais estreitas.

Zappavigna e Liberti (2002) demonstraram que a ventilação foi o fator dominante para o controlo ambiental e que uma orientação adequada do parque e correta altura contribuíram para manter as condições ideais para o animal. Estes resultados estão de acordo com os apresentados no estudo de Shoshani e Hetzroni (2013).

8 Sistemas de arrefecimento

8.1 Sombra

Até à data sabe-se que a sombra traz benefícios para os animais tanto em termos comportamentais como de respostas fisiológicas e produtivas. Existem diferentes formas de proporcionar sombra mas ainda não se sabe muito bem a importância e a diferença de cada uma delas (como a quantidade de radiação solar que é bloqueada, a quantidade de sombra necessária por animal, etc.). Um estudo de Schütz et al. (2009) demonstrou que quando estão duas sombras disponíveis para os animais, uma que bloqueia 50% dos raios solares e outra que bloqueia 99%, não há diferença na escolha entre uma e outra. Contudo, abaixo de 50% de bloqueio dos raios solares, os animais preferem sempre aquela que confere maior proteção. O

uso das sombras, a procura destas e o tempo da sua utilização é mais acentuado em dias em que o THI é mais elevado e os raios solares são mais fortes.

A sombra é considerada essencial para minimizar as perdas da produção leiteira e das performances reprodutivas. Estima-se que o calor produzido pode diminuir em 30% a 50% com uma sombra bem concebida. Em comparação, vacas que têm acesso a sombras têm menor temperatura retal, menor frequência respiratória e aumentam em 10% a produção leiteira, enquanto as que não têm acesso têm menor número de contrações ruminais, temperaturas retais mais elevadas e menor produção leiteira.

Quando a temperatura aumenta, as vacas que a têm à sua disposição, procuram sombra sempre que podem para amenizar os efeitos negativos do aumento da temperatura. No mesmo estudo realizado por Schütz et al. (2009), estes demonstraram que, em climas quentes, as vacas escolhiam ficar em pé nas sombras em vez de se deitarem (temperatura do ar >30°C) mesmo quando privadas de se deitarem durante 12h, provavelmente porque desta forma conseguiam dispersar mais facilmente o calor corporal. A utilização de sombra também aumenta com o aumento da temperatura do ar e da radiação solar, o que pode levar a disputas entre os animais de forma a terem acesso a estas (Kendall et al., 2006).

Armstrong (1994) alerta para a importância da localização e do tamanho da sombra e que a orientação destas pode ter que variar consoante o clima, se húmido ou seco. Insuficiente espaço de sombra pode levar a que, como os animais estão todos muito juntos, se possam lesionar no úbere. Por outro lado, uma sombra grande demais poderá ser inútil, uma vez que as vacas parecem preferir deitar-se todas juntas.

Apesar das sombras poderem reduzir a acumulação de calor provocada pela radiação solar direta nos animais, esta não tem efeito quando a temperatura do ar e humidade relativa são elevadas, é então necessário outro tipo de sistema de arrefecimento.

8.2 Arrefecimento com água

Apesar de a sombra ser benéfica e facilmente utilizada pelas vacas, o arrefecimento através de água é mais efetivo no alívio do calor, uma vez que facilita a descida da temperatura corporal através da evaporação, transpiração e condução. É utilizado antes ou durante a ordenha, ao longo dos comedouros ou em ambos. Num estudo de Kendall, Verkerk, Webster e Tucker (2007) quando utilizados os aspersores de água, a frequência respiratória diminuiu até 62%, comparado com 30% quando utilizada apenas a sombra. Outros estudos mostraram que o ideal para a redução da frequência respiratória é a combinação de ambos os métodos, sombra e aspersores de água (Mitlöhner, Galyean & McGlone, 2002). Keister et al. (2002), refere que o arrefecimento com água aumenta a ingestão de alimento e a produção leiteira.

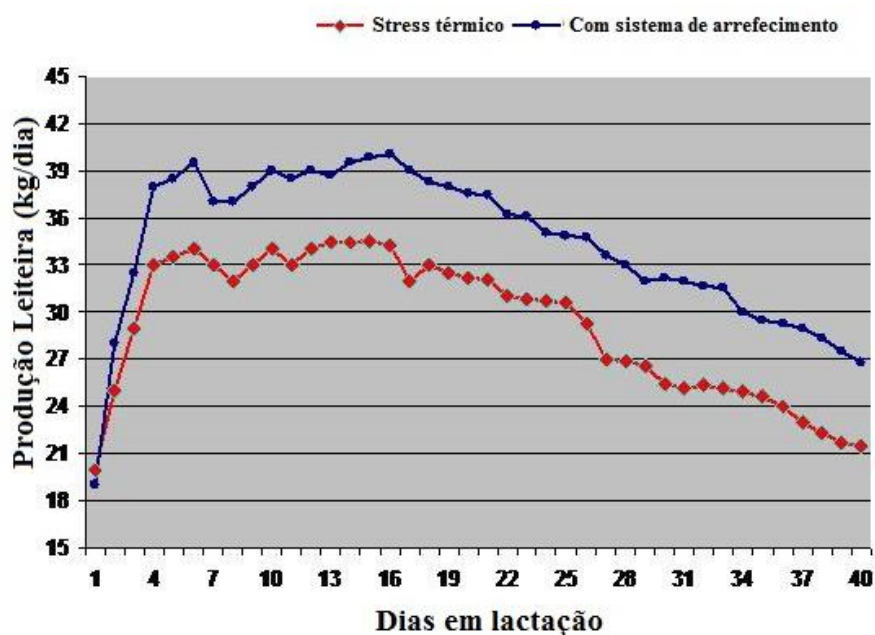
Apesar de ser conhecido que a utilização de água no arrefecimento dos animais é efetiva, ainda há muitas questões por responder. Ainda não existe muita informação sobre quando e se as vacas utilizariam os aspersores de água voluntariamente. Na maior parte dos estudos estes estavam colocados em cima dos comedouros, molhando as vacas enquanto estas se alimentavam. Num estudo de Legrand, Schütz e Tucker (2011), os sistemas de arrefecimento, nomeadamente chuveiros, foram colocados em zonas que não o comedouro ou sala de ordenha e tentou-se perceber se os animais os utilizavam voluntariamente e como. Concluíram que, em média, os animais passavam 3 a 5 horas do dia nos chuveiros mas havia uma grande variabilidade horária entre cada animal (de 0 a 8 horas por dia). Havia um aumento de 0,3 horas por cada grau centígrado que aumentava no ambiente.

Quando impossibilitadas de escapar a serem molhadas pelos aspersores de água, uma vez que esta é aplicada em todo o parque ou grupo, as vacas permanecem com a cabeça numa posição mais baixa, possivelmente para evitar que esta atinja zonas mais sensíveis como as orelhas (Igono, Johnson, Steevens, Krause & Shanklin, 1987; Kendall et al. 2007; e Schutz et al. 2011). A aversão à água não é diretamente medida pela posição da cabeça e nem existem estudos definitivos que provem esta relação no comportamento. De qualquer forma, num estudo realizado por Igono et al. (1987), foi demonstrado que, em climas quentes ($>27^{\circ}\text{C}$), quando podem, as vacas permanecem debaixo dos aspersores de água. Outro estudo feito por Schutz et al. (2011) demonstrou que, após a saída da ordenha, em climas quentes, as vacas preferem utilizar as sombras em vez dos aspersores de água, apesar do facto de a água reduzir a temperatura corporal e a frequência respiratória mais rapidamente.

Arrefecimento no parque de espera

É no parque de espera para a ordenha que as vacas leiteiras sofrem mais com o stress de calor. A vaca pode ficar à espera entre 15 a 75 minutos antes que seja ordenhada. O aumento da produção de leite (0,8kg/vaca/dia) e a redução da temperatura ($1,95^{\circ}\text{C}$) podem ocorrer com a instalação de aspersores de água e ventiladores no parque de espera (Collier et al., 2006) (Figura 5).

Figura 5 - Curvas de lactação de dois grupos de animais depois do período de secagem durante o qual sofreram exposição ao stress térmico ou a sistemas de arrefecimento (adaptado de Tao et al., 2011)



Arrefecimento à saída da sala de ordenha

Para aumentar o arrefecimento depois da ordenha podem ser montados aspersores de água à saída da sala de ordenha. Quando a vaca volta ao parque com a superfície do corpo molhada devido à evaporação da água, continua a haver arrefecimento durante 15 a 25 minutos, dependendo das condições ambientais. A água é pulverizada por cima do corpo tendo em atenção para que esta não entre nos ouvidos e assegurando que apenas o cimo e os lados da vaca sejam molhados, permanecendo o úbere seco, não interferindo com o *postdip* (Collier et al., 2006).

Arrefecimento dos parques com aspersores e ventiladores

Segundo Collier et al. (2006) existem benefícios em arrefecer os animais através da utilização da água e da movimentação do ar (Figura 6). Segundo estes autores a utilização de aspersores antes dos animais irem para a sombra, reduziu a frequência respiratória de 65% para 81% e a temperatura corporal de 46% para 50% em comparação com a utilização isolada da sombra. Concluíram também que a utilização conjunta de aspersores de água e ventiladores era melhor do que a sua utilização em separado.

No artigo de Collier et al. (2006) também é referido um estudo na Florida em que estes obtiveram uma melhoria de 11,6% na produção de leite quando os animais eram molhados com os aspersores durante 1,5 min a cada 15 min. Arrefecer as vacas reduziu de forma

pronunciada a frequência respiratória (95 respirações/min para 57) bem como aumentou a eficiência da produção leiteira (quilos de leite por quilo ingerido de matéria seca).

A combinação de ventiladores com pulverizadores foi tão efetiva como a combinação dos aspersores de água com os ventiladores na manutenção da quantidade de alimento ingerido e na média de produção leiteira. Segundo Collier et al. (2006), alguns estudos realizados no Mississippi e Israel mostraram um aumento de 0,7kg/d com temperaturas moderadas e 2,6kg/d em temperatura e humidade elevada, tanto com a utilização de uma combinação como outra. A vantagem da primeira combinação em relação à segunda é a utilização de menos água para o mesmo efeito.

Figura 6 - Exemplo de um parque equipado com ventiladores e aspersores colocados por cima dos comedouros (www.climatek.com.br, 5/9/2015)



Sistemas de arrefecimento por evaporação

Os sistemas de arrefecimento por evaporação têm melhorado o ambiente para vacas leiteiras em climas áridos. Estes sistemas utilizam alta pressão, névoa fina, e grandes volumes de ar (Figura 7). O objetivo é diminuir a temperatura exterior através da introdução de pequenas partículas de água que absorvem a energia presente no ambiente à medida que vão evaporando. O calor (energia) que é utilizado para que ocorra a mudança de estado líquido para gasoso é eliminado da atmosfera, havendo assim um arrefecimento do ar. Existem algumas dúvidas sobre a eficácia dos sistemas de evaporação em climas com elevada humidade relativa, porque quando a humidade relativa do ar aumenta acima de 70%, o potencial de redução de ITH é inferior a 10% (Collier et al., 2006).

Num estudo na Florida foram utilizados sistemas de evaporação para arrefecimento da temperatura do ar no parque e rapidamente obtiveram a diminuição da temperatura rectal dos animais bem como da sua frequência respiratória. Um estudo semelhante no Mississippi também observou que a frequência respiratória foi reduzida e a temperatura corporal aumentou, assim como aumentou, ligeiramente, a ingestão de matéria seca pelo animal. Em ambos os casos não houve grande variação na quantidade de leite total produzido (Collier et al. 2006).

O tipo de construção do parque determina a eficiência dos sistemas de arrefecimento por evaporação. Também é importante reconhecer que à medida que a temperatura do ar diminui com a evaporação da água, o potencial de evaporação da humidade da pele também diminui.

Figura 7 - Exemplo de um parque equipado com sistema de evaporação e ventoinhas (www.koolfog.com, 4/9/2015)



9 Claudicações e Refugio

As instalações e os modos de produção utilizados hoje em dia para as vacas leiteiras, fazem com que haja uma maior exposição dos úngulas a pavimentos rígidos e húmidos e haja alteração dos *time budgets*, levando a uma maior suscetibilidade a problemas nos úngulas. Lawrence (2006) afirmaram que há uma prevalência de 17% de claudicações nos grupos de animais criados metade do ano em parques com cubículos e outra metade em regime extensivo, contra 39% nos grupos criados todo o ano nos parques com cubículos.

Existem quatro fatores principais para haver lesões nas úngulas: O primeiro fator deve-se ao trauma, que pode levar à lesão da pinça (Chesteron, Pfeiffer, Morris, & Tanner, 1989), ao desgaste da sola por uso excessivo, ficando esta muito fina e á ulcera da sola (Shearer et al.,

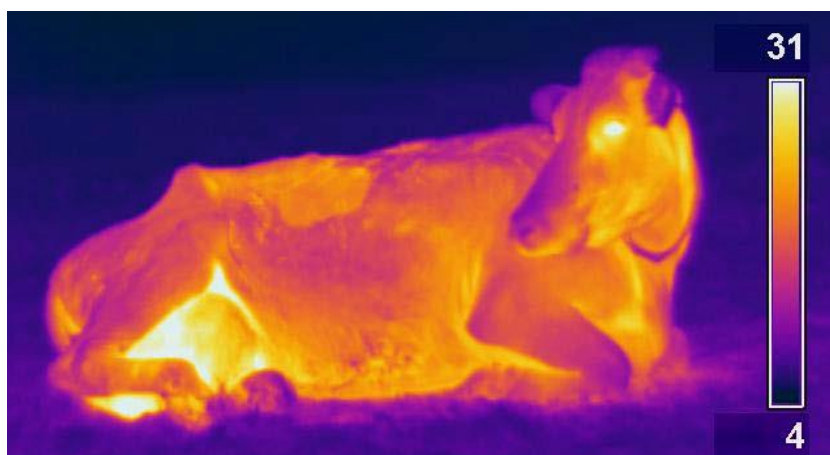
2006, citado em Alsaod, Syring, Luternauer, Doherr, & Steiner, 2015), o segundo é a nutrição, que desempenha um fator importante na manutenção da qualidade das úngulas, através do aporte de minerais e vitaminas essenciais como a biotina e controlo de doenças metabólicas como a acidose ruminal, que pode levar a laminites crónicas que levam à úlcera de sola, lesões na linha branca e úngulas deformadas. O terceiro e o quarto, prendem-se com alterações hormonais na altura do parto e com agentes infecciosos (Greenough, 1997), respetivamente. Estes fatores levam a que as úngulas se tornem mais sensível ao desenvolvimento de lesões e logo a claudicação. Contudo, a falta de conforto e condições ideais da vaca leiteira desempenha aqui um papel muito importante no exacerbar da lesão e na modificação da estrutura das úngulas.

9.1 Claudicações em temperaturas extremas

A temperatura e a qualidade do ambiente são fatores muito importantes no bem-estar e saúde das vacas leiteiras. Quando a temperatura corporal atinge cerca de 39°C as vacas procuram sombras, mesmo que no local não se consigam deitar e, caso haja alguma brisa ou vento, estas mantêm-se em pé e paralelas às direções destes (Hillman, Lee, & Willard, 2005, Hillman, 2007). Num estudo de quatro sessões de filmagem diárias que tiveram um índice de temperatura humidade (ITH) entre 56 e 74, num parque com cubículos de colchão e ventiladores, foi observado um aumento de 3h/d no tempo em que os animais se mantinham de pé, nas alturas em que o ITH era superior (Cook, Mentink, Bennett, & Burgi, 2007). Este aumento dividiu-se no aumento do tempo em que os animais se mantinham de pé nos corredores e nos cubículos. O tempo passado em pé nos cubículos foi mais influenciado pela pontuação de locomoção e não pelo calor, isto porque as vacas com claudicações preferiam esconder-se nos cubículos do que enfrentarem as outras vacas nos corredores de forma a se conseguirem arrefecer. Um estudo de Lee e Hillman (2007) sugeriu que as vacas passam mais tempo em pé de forma a aumentar a perda de calor através da maior superfície de pele que fica exposta à passagem do ar ou vento. Na seguinte figura (Figura 8) captada com uma câmara de infravermelhos, pode ver-se que há uma perda considerável de calor pela zona inferior do animal, ilustrando uma possível razão do comportamento de se manterem de pé como uma resposta comportamental tão marcada ao stress térmico.

Esta informação, juntamente com a maior suscetibilidade para fazer acidose ruminal subaguda, pode explicar o aumento das claudicações observadas no final das épocas mais quentes (Cook, 2004).

Figura 8 - Imagem em infravermelhos de um animal deitado durante a noite, demonstrando uma perda considerável de calor pela zona inferior do animal. Escala da temperatura em °C (Tucker & Schutz, 2009)



9.2 Consequências de menor tempo deitadas

Existem vários motivos que podem levar ao decréscimo das horas que as vacas passam deitadas. Alguns deles são o excesso de animais no parque, camas desconfortáveis e com chão muito rijo, espaço insuficiente para a vaca adotar a posição natural em que dorme, entre outras (Haley, 2000).

Numa experiência em que se privaram os animais de se deitarem durante 14h, observou-se que houve a redução da concentração da hormona de crescimento no plasma sanguíneo (Lene Munksgaard & Løvendahl, 1993). Esta hormona é positivamente correlacionada com a quantidade de leite produzido (Hart, Bines, Morant & Ridley, 1978). A privação de sono leva a mudanças na resposta do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (Ruckebusch, 1974; Munksgaard & Simonsen, 1996) o que está positivamente associado a um estado permanente de stress no animal (Ladewig & Smidt, 1989). Também o tempo de ruminação (Hassall, Ward & Murray, 1993) e o aporte sanguíneo ao úbere (Metcalf et al., 1992, Rulquin & Caudal, 1992) são maiores quando a vaca está deitada do que quando está em pé. Mesmo apenas uma privação de se deitarem de 3h aumenta o tempo em que se vão deitar depois desta privação, retirando tempo a outras atividades importantes, como a alimentação (Metz, 1985).

Num estudo de Haley (2000) concluiu-se que diferentes tipos de estabulações influenciavam o comportamento de descanso das vacas e o número destas que permaneciam em pé nos cubículos, sem se deitarem. Este último constitui um indicador de desconforto animal.

Adicionalmente um aumento do tempo de ordenha para mais de 3h/d ou qualquer fator que aumente o tempo em estação, vai comprometer o tempo de decúbito. Outros fatores incluem a sobrelotação em relação ao número de cubículos, mau desenho dos cubículos, temperatura elevada no estábulo e tempo excessivo em contenção nas mangas.

Como descrito na revisão bibliográfica apresentada, os fatores ambientais bem como as estruturas e condições que o Homem criou para as vacas leiteiras, têm repercussões no seu bem-estar e comportamento. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a relação entre diferentes fatores ambientais (temperatura, humidade, velocidade e direção dos ventos, intensidade luminosa e densidade de moscas) no comportamento das vacas leiteiras em regime estabulado, nomeadamente num comportamento específico: a distribuição não uniforme dos animais em diferentes zonas do parque, que varia ao longo do dia e ano (Figura 9).

MATERIAL E MÉTODOS

No desenvolvimento deste estudo foram utilizados diversos aparelhos como estações meteorológicas, luxímetros, fitas adesivas para moscas e uma câmara de vídeo em *time-lapse*.

Figura 9 - Concentração dos animais numa zona do parque. Note-se a concentração dos animais na metade do parque mais próxima da câmara



10 Caracterização das explorações

Este estudo foi efetuado em três vacarias de produção leiteira definidas como A, B e C. Em todas era observável a concentração dos animais numa determinada zona do parque ao longo do dia, no mês de Agosto de 2013.

Todas as vacarias encontram-se região de Lisboa e Vale do Tejo, tendo como médias do mês de Agosto, 420, 341 e 713 animais em produção, com médias de produção de 38,0 L, 31,3L, e 36,6L de leite por vaca e por dia, respetivamente (Tabela 4).

De entre os vários parques de produção existentes, foi escolhido o correspondente às vacas altas produtoras, estando presentes no mesmo apenas vacas multíparas da raça Holstein-Frísia. Todos os parques tinham cubículos e camas de areia. Em termos de sistemas de arrefecimento ambiental todas as vacarias contavam com aspersores e ventiladores.

Tabela 4 - Caracterização das vacarias A, B e C no mês de Agosto de 2013.

	Vacaria A	Vacaria B	Vacaria C
Região geográfica	Lisboa e Vale do Tejo	Lisboa e Vale do Tejo	Lisboa e vale do Tejo
Número de vacas em lactação	420	341	713
Produção média	38,0L	31,3L	36,6L
Número de cubículos no parque observado	68	96	208
Número de vacas no parque nos dias de registo de dados	71	96	150
Direção do parque (eixo maior)	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 60px; display: flex; flex-direction: column; justify-content: space-around; align-items: center;"> E O </div>	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 60px; display: flex; flex-direction: column; justify-content: space-around; align-items: center;"> N S </div>	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 60px; display: flex; flex-direction: column; justify-content: space-around; align-items: center;"> NE SO </div>
Dias de montagem	22 a 24 de Agosto	31 de Agosto a 2 de Setembro	25 a 27 de Agosto
Horário das ordenhas (aproximadamente)	Manhã: 11h30 Tarde: 19h30	Tarde: 14h10	Manhã: 13h30 Tarde: 17h00
Horário da distribuição da comida (aproximadamente)	Manhã: 9h Tarde: 18h	Tarde: 17h00	Manhã: 14h30 Tarde: 17h00

11 Recolha de dados

A recolha de dados neste estudo foi efetuada através da montagem de vários aparelhos nas vacarias. Em diferentes dias de Agosto, foram montadas duas estações meteorológicas (Wireless Weather Station PCE-WS 20, PCE instruments), dois luxímetros (Lux meter PCE-174, PCE instruments), uma câmara fotográfica com registo em *time-lapse* (TimeLapse Cam 8.0, Wingscapes) e duas fitas adesivas para moscas (Vebbicola).

A montagem em cada uma das explorações teve a duração de três dias de forma a ser registado um período mínimo de 24 horas. Isto é, no primeiro dia o material era montado num

parque, sem hora determinada, podendo ser no período da tarde ou da manhã, começando a registrar os dados continuamente durante os dois dias seguintes. No terceiro dia, o material era desmontado sem hora fixa. Assim, apenas um dos dias era completo (24h), sendo esse o dia de referência para o estudo dos registros.

A montagem dos diversos aparelhos foi realizada em dois suportes que posteriormente eram colocados em postes do parque (Figura 10). Em cada suporte foi colocado um luxímetro, uma estação meteorológica e, num deles, a câmara. Um dos postes para a colocação do suporte correspondia ao ponto mais próximo do local de concentração dos animais e o outro, no extremo oposto, ou seja, no local onde era observado a ausência de vacas em certas horas do dia. A câmara era colocada no suporte que permitia tirar imagens que melhor mostrassem o movimento das vacas pelo parque e assim ter uma ideia da sua distribuição. As fitas para apanhar as moscas eram penduradas próximas dos suportes com o material (Anexo I).

Figura 10 - Poste e suporte com os aparelhos utilizados no projeto, montado num poste da vacaria a cerca de 2,15 m do chão



As estações meteorológicas são constituídas por duas peças, um ecrã de leitura e armazenamento de dados e o aparelho exterior de recolha de dados. Após a montagem da componente exterior no suporte, o ecrã era guardado num local seguro onde ficava a registar os dados. As estações foram programadas para recolherem dados de 15 em 15 minutos sendo a temperatura externa, a humidade externa, a velocidade e direção dos ventos aqueles que utilizámos no estudo.

Quanto aos luxímetros, estes foram programados para recolherem dados a cada 99 segundos (tempo máximo permitido pelos aparelhos). As fotografias eram tiradas a cada minuto pela

câmara de *time-lapse* de forma a ser possível seguir a distribuição das vacas no parque. A densidade de insetos foi medida de uma forma indireta, através de fitas adesivas para moscas que eram colocadas no dia da montagem e retiradas no dia da desmontagem, não havendo a percepção do número de insetos a cada momento mas sim a totalidade no tempo da recolha de dados. Em cada vacaria eram postas duas fitas, uma do lado onde os animais se concentravam e outra do lado em que não se concentravam.

Os horários relativos às ordenhas e distribuição do alimento, foram recolhidos junto dos trabalhadores das explorações e nas imagens recolhidas pela câmara. Nos tempos em que decorreram as ordenhas, os dados das variáveis em estudo não foram tidos em consideração, uma vez que não havendo animais no parque não faria sentido estudar o seu comportamento.

12 Descrição e análise das variáveis em estudo

12.1 Concentração dos animais na extremidade dos parques

Praticamente todos os artigos consultados utilizaram câmaras de filmar para registar os comportamentos expressos pelos animais (Cook et al., 2004; Fregonesi et al., 2007; Ito et al., 2009). No caso deste estudo apenas foi possível a utilização de uma câmara que registava em *time lapse* tornando-se difícil ter um ângulo cuja totalidade da superfície do parque fosse visualizada na perfeição e fosse possível contar, com exatidão, o número de vacas em cada metade do parque. Devido a esta limitação, não foi possível visualizar vários animais e por consequência contá-los. Para contornar esta situação foram utilizadas proporções de animais visualizados para a realização dos gráficos.

A contagem foi feita por observação das imagens, as quais foram divididas em quatro quadrantes, contando-se em cada um deles o número de animais visualizados. Depois estes quadrantes foram somados dois a dois de forma a dividir o parque em duas metades (Figura 11), aquela em que os animais se concentravam (C) e aquela em que não se concentravam (NC).

No estudo não foi contabilizado o período em que os animais saíram para se deslocarem à sala de ordenha. Este período foi delimitado através da observação das fotografias e dos dados fornecidos pelos trabalhadores relativamente aos horários em que decorriam as ordenhas.

Figura 11 - Exemplo de fotografia utilizada no estudo, sendo visível a divisão em 4 quadrantes e os números de animais contados em cada um



12.2 Análise dos valores de intensidade luminosa

Para a recolha dos valores da intensidade luminosa foram utilizados dois aparelhos específicos, os luxímetros, que estavam colocados nos postes entre 2,15m e 2,50 m de altura, relativamente ao chão do parque dos animais (Figura 12).

De um luxímetro para o outro e, dependendo da hora do dia e da incidência, direta ou indireta, dos raios solares, observaram-se valores muito diferentes (exemplo: 100 lux num luxímetro e 1000 lux no outro), tendo-se por isso optado por fazer a conversão logarítmica dos valores, para que estes fossem mais facilmente trabalhados em conjunto. Utilizou-se então a seguinte fórmula:

$\log_{10}(\text{valor lux} + 1)$, Somando-se 1 uma vez que existiam valores iguais a 0 e não é possível determinar o logaritmo de 0.

Posteriormente foram criados gráficos no Serial GraphPad Prism 4.0 para se visualizar graficamente a tendência destes valores e, através do programa SAS 9.2 fez-se uma análise comparativa desta variável entre as duas extremidades do parque para cada vacaria.

Figura 12 - Imagem do luxímetro utilizado no estudo a partir do qual foi possível medir a intensidade luminosa



12.3 Análise dos valores de ITH medidos pelas estações meteorológicas nas três vacarias

Para a recolha destes dados foram utilizadas duas estações meteorológicas (Figura 13). Ambas registavam valores de temperatura e humidade relativa, cada uma delas de um lado do parque. Uma vez que e, segundo Kadzere et al. (2002), a temperatura não é o único fator que leva ao stress térmico e que a humidade também desempenha um papel de elevada importância, faz mais sentido falar do ITH (Índice Temperatura Humidade) do que da temperatura e humidade em separado. Para o cálculo deste índice foi utilizada a seguinte fórmula, de acordo com a *Dairy New Zealand* (www.dairynz.co.nz):

ITH= (1,8xT+32) - [(0,55-0,0055xHR) x (1,8xT-26)], em que o T=Temperatura e o HR= Humidade Relativa

O tratamento dos dados foi semelhante à variável descrita anteriormente, ou seja, foram criados gráficos no Serial GraphPad Prism 4.0 para se visualizar graficamente a tendência destes valores e, através do programa SAS 9.2 fez-se uma análise comparativa desta variável entre as duas extremidades do parque para cada vacaria.

Figura 13 - Imagem da estação meteorológica utilizada no estudo, da qual foi possível retirar dados relativos aos ventos, temperatura e humidade



12.4 Ventos e orientação do pavilhão

Através da utilização de uma bússola (Figura 14) foi verificada a orientação dos pavilhões e, através da estação meteorológica, foi definida a direção dos ventos dominantes e a direção dos ventos mais fortes. A direção dos ventos dominantes foi definida através da moda da direção dos ventos, e a direção dos ventos mais fortes foi definida através da maior soma da velocidade dos ventos mais fortes nas várias direções. Estes dados foram posteriormente associados à direção do parque (eixo maior) e do lado em que os animais se concentravam (Anexo II).

Figura 14 - Bússola utilizada na determinação da orientação dos pavilhões, sobre uma das camas de areia num pavilhão



13 Análise estatística

Foram utilizados diferentes métodos para avaliar as diferentes variáveis. Quanto à intensidade luminosa e ao ITH foram avaliadas através da observação dos gráficos criados no programa Serial GraphPad Prism 4.0 e através da análise comparativa das variáveis realizada através de um Proc Mixed (Intensidade luminosa e ITH) entre as duas extremidades do parque para cada vacaria, realizado a partir do programa SAS 9.2. Considerou-se que havia diferença estatisticamente significativa quando $p < 0,05$. A variável dos ventos foi avaliada através da análise de frequências de vários parâmetros.

14 Resultados

14.1 Avaliação da concentração dos animais nas extremidades do parque

As tabelas 5, 6 e 7 mostram as médias das contagens dos animais presentes no parque através da visualização das fotografias e o número real de animais presentes no período de tempo do estudo, bem como a percentagem dos animais que foi possível contar. (ANEXO III) As médias de animais visualizados na totalidade do parque rondaram os 54%, 49,3% e 41% nas vacarias A, B e C, respetivamente.

Tabela 5 - Média da contagem dos animais presentes no parque, número real de animais e percentagem de animais possíveis de contar na vacaria A

Horário Vacaria A	Totalidade do efetivo observado	Totalidade do efetivo no parque	Percentagem do efetivo observado
7h	30	71	42%
8h	40	71	56%
9h	49	71	69%
10h	35	71	49%
11h	45	71	63%
13h	42	71	59%
14h	41	71	58%
15h	38	71	54%
16h	43	71	61%
17h	36	71	51%
18h	41	71	58%
19h	43	71	61%
Média	38		54%

Tabela 6 - Média da contagem dos animais presentes no parque, número real de animais e percentagem de animais possíveis de contar na vacaria B

Horário Vacaria B	Totalidade do efetivo observado	Totalidade do efetivo no parque	Percentagem do efetivo observado
8h	53	96	55%
9h	58	96	60%
10h	61	96	64%
11h	53	96	55%
12h	47	96	49%
13h	44	96	46%
16h	50	96	52%
17h	56	96	58%
18h	42	96	44%
19h	47	96	49%
19h45	52	96	54%
Média	47.3		49.3%

Tabela 7 - Médias das contagens dos animais presentes no parque, número real de animais e percentagem de animais possíveis de contar na vacaria C

Horário Vacaria C	Totalidade do efetivo observado	Totalidade do efetivo no parque	Percentagem do efetivo observado
9h15	65	150	43%
10h	62	150	41%
11h	59	150	39%
12h	68	150	45%
13h	60	150	40%
15h	60	150	40%
16h	59	150	39%
17h	62	150	41%
18h	68	150	45%
19h	76	150	51%
20h	52	150	35%
Média	61.4		41%

Em todas as explorações foram analisadas as proporções de animais numa metade do parque em vários momentos do dia. Pela observação dos gráficos não foi possível estabelecer um padrão na distribuição dos animais nas vacarias A e B (Gráfico 1 e 2). Já na vacaria C (Gráfico 3), foi possível observar que ao longo da manhã os animais se iam concentrando

numa metade do parque onde permaneciam até ao final da tarde, altura em que voltavam a redistribuir-se pela outra metade.

Gráfico 1- Gráfico relativo à proporção das vacas na extremidade mais densamente ocupada da vacaria A

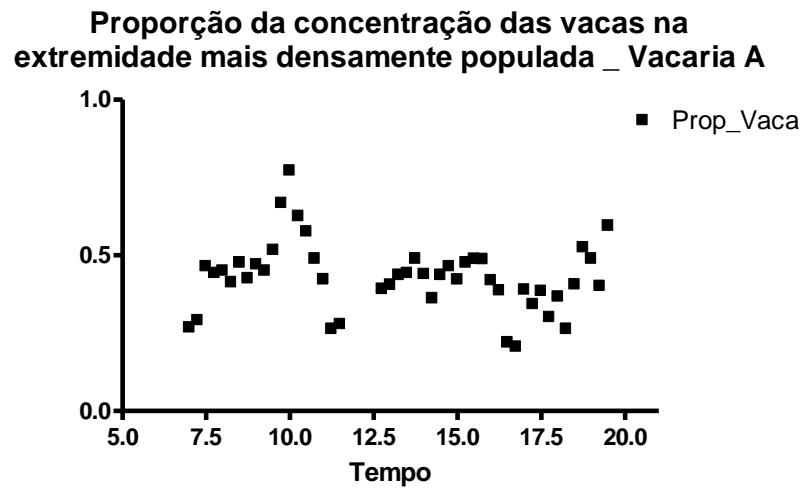


Gráfico 2 - Gráfico relativo à proporção das vacas na extremidade mais densamente ocupada da vacaria B

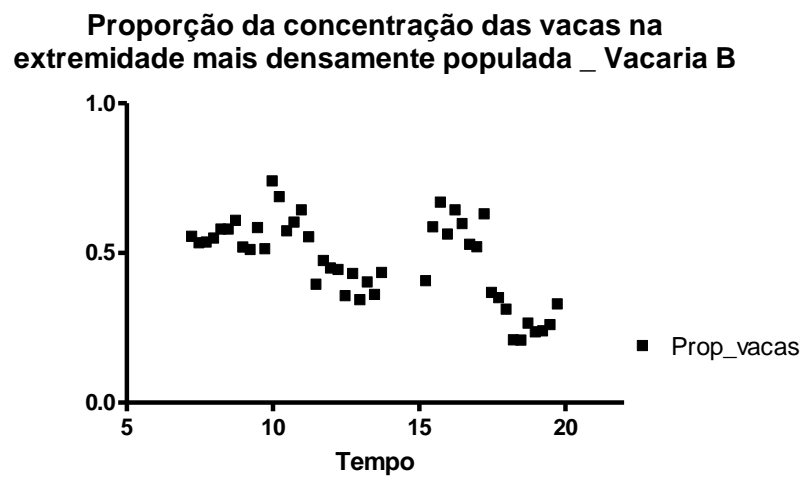
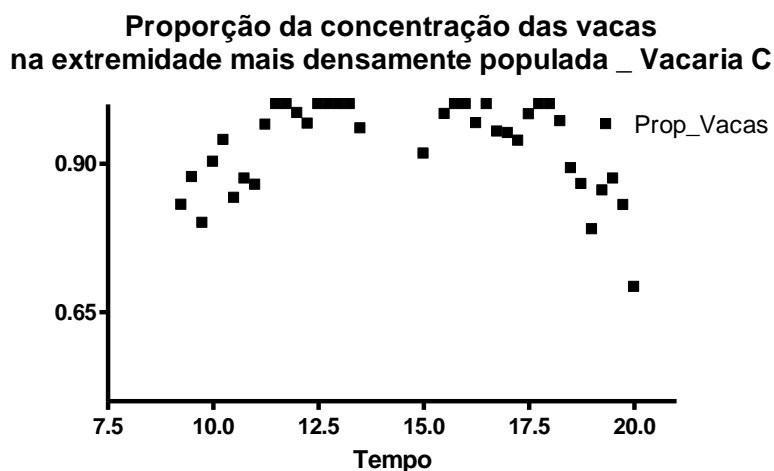


Gráfico 3 - Gráfico relativo à proporção das vacas na extremidade mais densamente ocupada da vacaria C



14.2 Intensidade luminosa

Pela avaliação do gráfico 4 e relativamente à vacaria A verificamos que houve uma subida dos valores da intensidade luminosa em ambos os lados do parque, contudo, no lado onde não existia concentração, esta subida foi mais pronunciada, atingindo um pico pelas 11 horas, momento a partir do qual este valor foi diminuído até ao final do dia.

Já no lado em que as vacas se concentraram, a intensidade luminosa foi aumentando gradualmente até ao final do dia. Sendo que os valores máximos de luminosidade nunca chegaram a ser tão elevados como do lado onde os animais não se concentraram.

Não se observou uma diferença estatisticamente significativa ($P= 0,1806$) entre os valores de intensidade luminosa registados entre as duas metades do pavilhão (Tabela 8).

Gráfico 4 - Gráfico comparando os valores do logaritmo da intensidade luminosa da vacaria A, relativamente ao lado onde estas se concentram (C) e não se concentram NC

Comparação dos valores de luz de ambas as metades do parque _ Vacaria A

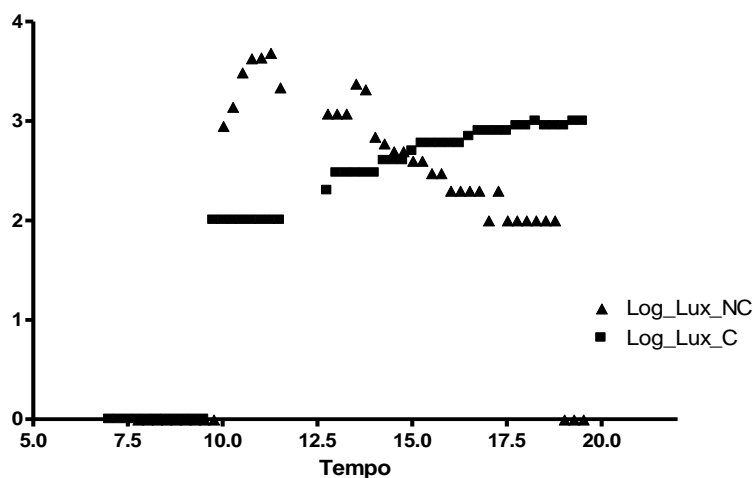


Tabela 8 - Tabela das médias da intensidade luminosa, tanto no valor logaritmo como no valor em lux, bem como a comparação estatística das duas metades do parque da vacaria A

	Médias (log)	Média (lux)	Comparação dos valores das duas metades do parque
Log_luximetro_NC	2,683	739	P = 0,1806
Log_Luximetro_C	2,517	396	

Na avaliação do gráfico 5 da intensidade luminosa na vacaria B podemos observar que ambos os traçados têm perfil semelhante, no entanto, os valores do lado onde os animais se concentram são duas vezes mais elevados a maior parte do dia, comparativamente ao lado onde estas não se concentram.

Gráfico 5 - Gráfico comparando os valores do logaritmo da intensidade luminosa da vacaria B, relativamente ao lado onde estas se concentram (C) e não se concentram (NC)

Comparação dos valores de luz de ambas as metades do parque _ Vacaria B

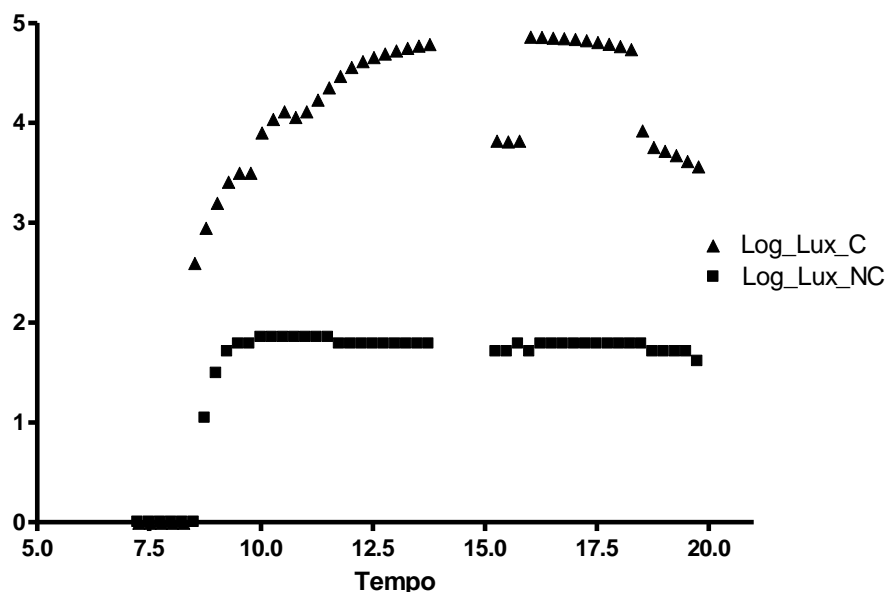


Tabela 9 - Tabela das médias da intensidade luminosa, tanto no valor logaritmo como no valor em lux, bem como a comparação estatística das duas metades do parque da vacaria B

	Médias (log)	Média (lux)	Comparação dos valores das metades do parque
Log_luximetro_NC	1,7511	50	P < 0,0001
Log_Luximetro_C	4,2386	25000	

Na vacaria C os valores de intensidade luminosa foram mais elevados no lado em que os animais se concentraram. No entanto, neste lado a intensidade luminosa foi descendo ligeiramente ao longo do dia, enquanto que na metade do parque onde os animais não se concentraram a intensidade luminosa foi aumentando ligeiramente (Gráfico 6).

Observou-se uma diferença estatisticamente significativa (P= 0,0001) entre os valores de intensidade luminosa registados entre as duas metades do pavilhão observado nas explorações B e C (Tabelas 9 e 10).

Gráfico 6 - Gráfico comparando os valores do logaritmo da intensidade luminosa da vacaria C, relativamente ao lado onde estas se concentram (C) e não se concentram (NC)

Comparação dos valores de luz de ambas as metades do parque _ Vacaria C

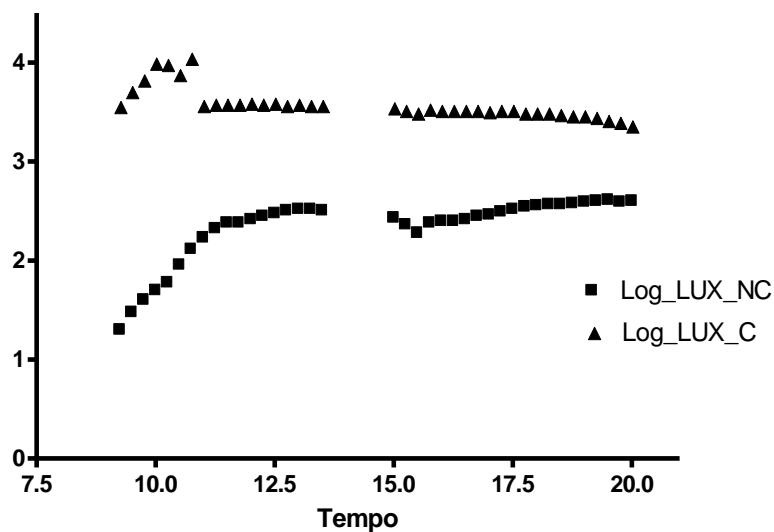


Tabela 10 - Tabela das médias da intensidade luminosa, tanto no valor logaritmo como no valor em lux, bem como a comparação estatística das duas metades do parque da vacaria C

	Médias (log)	Média (lux)	Comparação dos valores das metades do parque
Log_luximetro_NC	2,334	260	P < 0,0001
Log_Luximetro_C	3,578	4098	

Tanto na exploração B, como na C, observou-se uma diferença estatisticamente significativa na luminosidade medida entre as extremidades onde os animais se concentravam e onde os animais não se concentravam, sendo a luminosidade mais elevada nas zonas em que os animais se concentraram.

14.3 Índice de Temperatura-Humidade (ITH)

Na vacaria A em ambas as metades do parque, os valores de ITH foram praticamente idênticos ao longo do dia. Os valores começaram por ser mais baixos ao amanhecer, atingiram um pico pela 13h e, a partir desta hora, houve uma diminuição ligeira até ao final do horário do estudo (gráfico 7).

No caso da exploração A, não se observaram diferenças estatisticamente significativas (P=0,7727) entre o ITH na área onde as vacas se concentravam e na área onde não se concentravam (tabela 11).

Gráfico 7 - Gráfico comparando os valores do Índice Temperatura Humidade (ITH) da vacaria A, relativamente ao lado onde estas se concentram (C) e não se concentram (NC)

Comparação dos valores de ITH de ambas as metades do parque _ Vacaria A

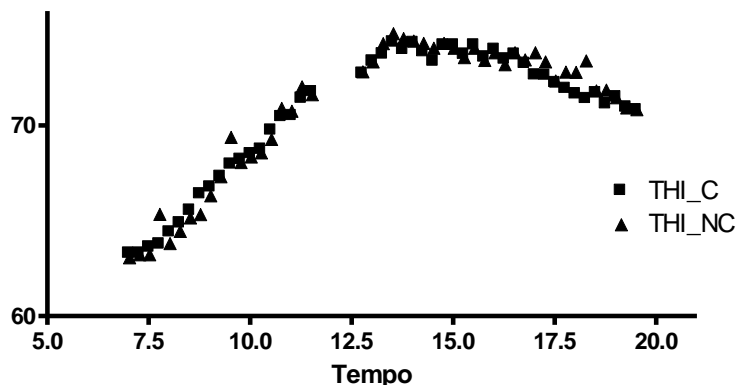


Tabela 11 - Tabela das médias do ITH e comparação estatística dos valores de ITH nas duas metades do parque da vacaria A

	Médias	Comparação dos valores de ITH das estações meteorológicas de ambas as metades do parque
ITH_NC	70,8591	P= 0,7727
ITH_C	70,6457	

Na vacaria B o cenário foi muito semelhante ao apresentado anteriormente. Os valores de ITH eram aproximados em ambas as metades do parque, começando por valores mais baixos, atingindo um pico pelas 15h, momento a partir do qual a temperatura foi descendo gradualmente (gráfico 8).

É de salientar que no período das 10h às 15h a metade do parque do lado em que os animais não se concentravam apresentou valores de ITH ligeiramente superiores aos valores registados na outra metade do parque.

Também aqui não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre as duas metades do parque (tabela 12).

Gráfico 8 - Gráfico comparando os valores do Índice Temperatura Humidade (ITH) da vacaria C, relativamente ao lado onde estas se concentram (C) e não se concentram (NC)

Comparação dos valores de ITH de ambas as metades do parque _ Vacaria B

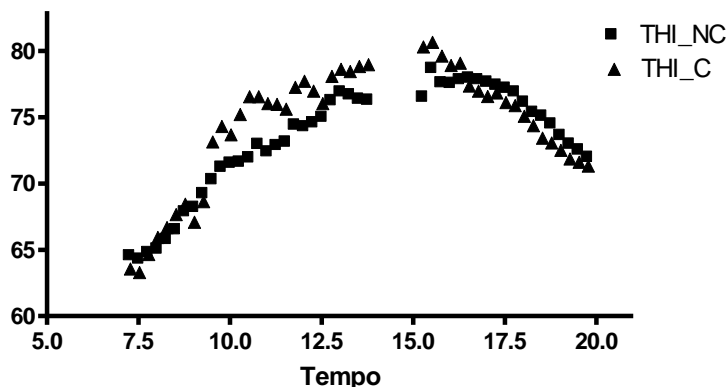


Tabela 12 - Tabela das médias do ITH e comparação estatística dos valores de ITH nas duas metades do parque da vacaria C

	Médias	Comparação dos valores de ITH das estações meteorológicas de ambas as metades do parque
ITH_NC	73,2798	P= 0,2591
ITH_C	74,3241	

Na vacaria C, apesar da diferença notória nos valores do ITH na primeira hora e meia de observações os valores foram muito semelhantes nas duas metades do parque. Estes foram aumentando gradualmente até às 17h30, momento a partir do qual começaram a diminuir (gráfico 9).

Também aqui não se observaram diferenças estatisticamente significativas (tabela 13).

Gráfico 9 - Gráfico comparando os valores do Índice de Temperatura Humidade (ITH) da vacaria C, relativamente ao lado onde estas se concentram (C) e não se concentram (NC)

Comparação dos valores de ITH de ambas as metades do parque _ Vacaria C

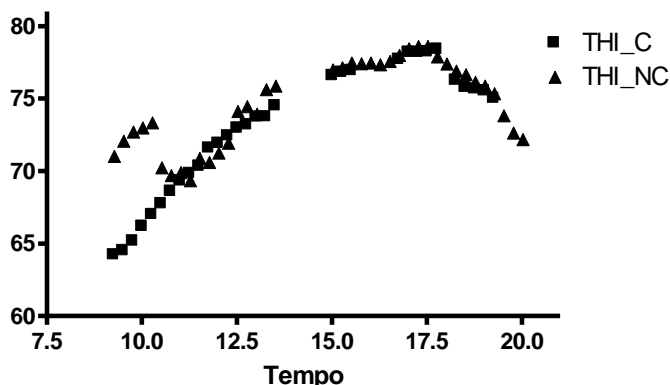


Tabela 13 - Tabela das médias do ITH e comparação estatística dos valores de ITH nas duas metades do parque da vacaria C

	Médias	Comparação dos valores de ITH das estações meteorológicas de ambas as metades do parque
ITH_NC	74,3835	P = 0,1039
ITH_C	72,7958	

14.4 Avaliação da densidade de insetos

Através da determinação da densidade de insetos em ambas as metades dos parques, verificou-se que o número de insetos foi sempre superior do lado em que a concentração de animais era maior (tabela 14).

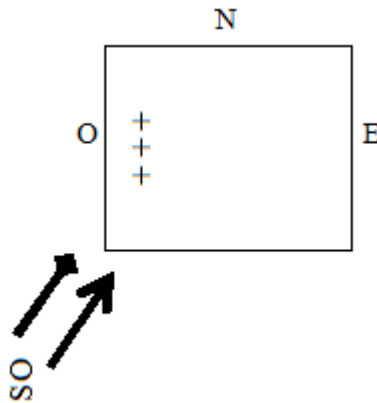
Tabela 14 - Tabela referente ao número de moscas contadas no lado onde os animais se concentram e do lado onde estes não se concentram

	Nº de moscas na metade C	Nº de moscas na metade NC
Vacaria A	220	198
Vacaria B	334	165
Vacaria C	441	264

14.5 Ventos e orientação do pavilhão

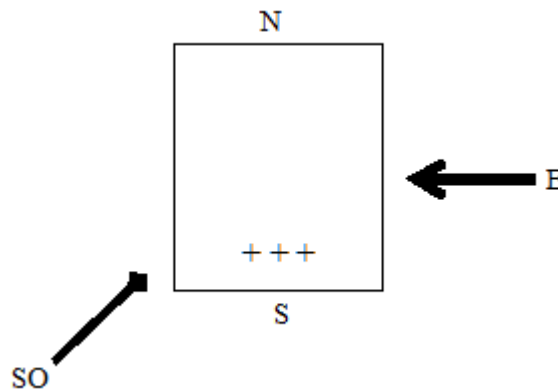
Na vacaria A o eixo maior do parque encontra-se orientado a Este-Oeste e os ventos dominantes e a rajada mais forte orientaram-se no sentido Sudoeste, incidindo obliquamente nos animais que se concentravam no lado Oeste do parque (Figura 15)

Figura 15 - Esquema da abordagem dos ventos ao parque da vacaria A, bem como a sua direção, em que SO= Sudoeste, O=Oeste, N=Norte, E=Este, +++ = metade do parque onde os animais se concentram, → vento dominante; →♦ vento mais forte



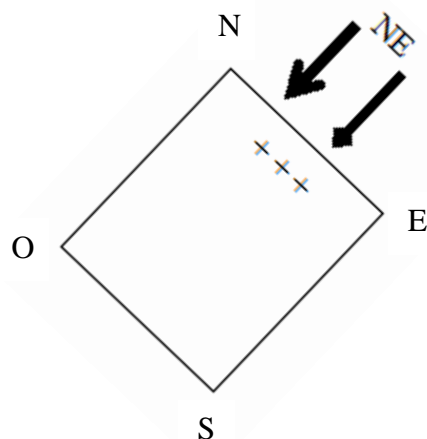
Na vacaria B o eixo maior do parque está orientado na direção Norte-Sul, incidindo os ventos dominantes a Este, isto é, perpendicularmente ao parque. Já os ventos com rajadas mais fortes apresentaram-se do lado Sudoeste, incidindo obliquamente nos animais que se concentravam no lado Sul do parque (Figura 16).

Figura 16 - Esquema da abordagem dos ventos ao parque da vacaria B, bem como a sua direção, em que E= Este, S=Sul, N=Norte, SO= Sudoeste, +++ = metade do parque onde os animais se concentram, → vento dominante; →♦ vento mais forte



Na vacaria C o eixo maior do parque está orientado Nordeste para Sudoeste e os ventos dominantes abordavam o parque no sentido Nordeste, exatamente do lado onde se concentravam os animais (Figura 17).

Figura 17 - Esquema da abordagem dos ventos ao parque da vacaria B, bem como a sua direção, em que NE=Nordeste, NO=Noroeste, SE=Sudeste, SO= Sudoeste, +++ = metade do parque onde os animais se concentram, → vento dominante; →♦ vento mais forte



Sendo assim os ventos com as rajadas mais fortes incidiam no local onde, nas três vacarias, se encontrava a maior concentração de animais. Apenas na vacaria B estes ventos não coincidiram com os ventos dominantes.

15 Discussão

A partir da avaliação da questão se há concentração dos animais numa das extremidades do parque em qualquer momento do dia foi difícil perceber apenas pela avaliação dos gráficos se esta existe em todas as explorações uma vez que as imagens obtidas pela TimeLapse Cam não nos permitiram contar a totalidade de animais do parque nem percebe bem a sua distribuição. Contudo no gráfico de distribuição dos animais na vacaria C, esta concentração preferencial foi notória e estava de acordo com os relatos dos trabalhadores de todas as vacarias em estudo. Uma Em todas elas, A, B e C, os trabalhadores referiam que ao longo da manhã os animais iam-se concentrando de um lado do parque e que, no final da tarde, estes voltavam a dispersar-se por todo a área.

Se assumíssemos esta concentração nas três vacarias, vários fatores poderiam estar a influenciar este comportamento. Tanto na vacaria B como na C o fator intensidade luminosa poderia ter alguma influência uma vez que, em ambas, o lado onde os animais se concentraram era também o lado onde a intensidade luminosa era maior e significativamente diferente em relação à outra metade, onde os animais não se concentraram. Também a direção e velocidade dos ventos poderiam estar relacionados com este comportamento nos animais. Em todas as vacarias o lado em que os ventos mais fortes abordam o parque, corresponde à metade onde os animais se concentram. O mesmo se passa em relação aos ventos dominantes, exceto na vacaria B.

Concentração na extremidade do parque

Apenas na vacaria C foi perceptível o comportamento que está na base de estudo deste projeto. Nas outras vacarias registámos picos de densidade, pelas 10h e pelas 20h, horários que correspondem ao início das idas para a ordenha e à distribuição do alimento. Por este fato os animais ao movimentarem-se para estas atividades, alteraram a sua distribuição nos respetivos parques. Sem estes momentos a percentagem de animais na suposta metade da concentração elevada e na outra metade do parque nos horários em que os trabalhadores diziam que haviam concentração, era aproximadamente 50:50, na vacaria A e 40:60 na vacaria B. A não visualização fotográfica deste comportamento pode ter sido devido ao ângulo de visão da câmara, que não permitiu ver a totalidade de animais no parque uma vez que na vacaria A a percentagem média de animais observados foi de apenas 53%, na vacaria B de 49,3% e na vacaria C 41%, ou seja, apenas cerca de metade do efetivo presente no parque no momento do estudo.

Enquanto neste estudo a câmara foi colocada de modo a se tentar visualizar o máximo possível de todo o parque, num próximo estudo, para uma avaliação mais precisa dos animais poder-se-á colocar a câmara a focar, apenas e nitidamente, uma metade do parque, e ter a certeza que, o número de vacas que não seria visualizado nesta metade estaria na outra, assim conseguindo obter o número exato de animais em cada local e momento ao longo do dia.

Outro fator mais difícil de verificar foi se no dia em que decorreu o estudo, os fatores ambientais que podem condicionar este comportamento de concentração estariam menos evidentes. Os trabalhadores referiram que este comportamento ocorria de forma mais pronunciada em certos dias do Verão. Tendo em conta que a recolha de dados ocorreu apenas num dia não podemos garantir que não se tratasse de um dia “atípico”. Para um próximo estudo seria interessante aumentar os dias de recolha de dados.

Intensidade luminosa

Na vacaria A o traçado do gráfico 4, referente à intensidade luminosa registada pelos luxímetros, não foi aquele que esperávamos uma vez que seria de prever uma subida dos valores da intensidade luminosa ao longo do dia e a sua descida ao entardecer para ambos os luxímetros. Este traçado pode dever-se à orientação do pavilhão e aos aparelhos terem sido montados na extremidade nascente e poente do parque. O Sol nasce a Este, exatamente do lado em que foi montado o luxímetro NC (Não Concentram) e põe-se a Oeste, onde foi montado o luxímetro C (Concentram). O facto de o aparelho receber a luz direta do sol faz com que os seus valores sejam mais elevados do que aqueles registados por luxímetros que apenas recebem a claridade e não os raios solares diretamente. Isso explicaria a subida no

traçado de um luxímetro e a descida no outro, cruzando os traçados por volta das 15h00. A vacaria B obteve um traçado mais de acordo com o expectável (Gráfico 5), em que a intensidade luminosa aumenta ao longo da manhã e diminui ao entardecer. O fato de haver uma diferença tão grande de intensidade luminosa entre uma extremidade e outra podia levar a que os animais preferissem um lado sendo que, neste caso, houve uma preferência pelo lado em que a intensidade luminosa foi maior. Segundo Chainstain e Nicolai (2007) do ponto de vista do bem-estar animal e do funcionamento fisiológico, os animais devem ser expostos a uma intensidade luminosa mínima de 150 lux durante o dia e no máximo 5 lux durante a noite. Neste caso, no lado onde a intensidade luminosa foi menor a média foi 50 lux, nunca, em qualquer parte do dia, esta foi superior a 150 lux, o que pode ter levado a que os animais considerassem esta metade como sendo muito escura. Diferentes espécies têm sensibilidade diferente à luz e como as vacas reagem a intensidades luminosas baixas ainda não foi completamente estudado (Hörndahl et. al., 2012). O uso das sombras, a procura destas e o tempo da sua utilização é mais acentuado em dias em que o ITH é mais elevado e os raios solares são mais fortes. Apesar das sombras poderem reduzir a acumulação de calor provocada pela radiação solar, esta não tem o efeito desejado quando a temperatura do ar e a humidade relativa são altas. Num clima quente e húmido é necessário outro tipo de sistema de arrefecimento (Schütz et al. 2009). Das 11h00 às 17h00 a vacaria B contou com valores de THI sempre superiores a 75, que indicam que a temperatura e humidade relativa eram altos. Neste caso os animais poderiam ter ficado expostos à luz e não à sombra pois naquela extremidade do parque poderiam estar outras condições ambientais que lhes eram favoráveis, como são exemplo os ventos dominantes e as rajadas mais fortes que serão abordados mais à frente no presente trabalho. Anderson et al. (2013) refere que os animais procuram sempre microclimas que tenham temperaturas mais baixas e um ambiente que permita um arrefecimento corporal mais eficiente e rápido. Também Zejdová, Schrader, Hauser, Keck, Langhans e Wechsler referem que as vacas quando procuram um local para se deitarem regem-se por vários critérios como a temperatura e humidade do ar, a ventilação, entre outros, escolhendo sempre a combinação que lhes garanta maior conforto. Quando têm escolha estas optam por manterem-se debaixo de uma sombra em vez de outro sistema de arrefecimento mas, por outro lado, se houver uma sombra com sistema de arrefecimento estas dão-lhe preferência (Anderson et al., 2013). Num estudo de Andryšek, Chládek, Javorová, Velecká, Večeřa e Falta (2013) estes concluíram que, num parque onde os animais podem encontrar cubículos com sombra que bloqueava 95% ou 85% dos raios solares ou cubículos sem sombra estes 58,3% das vezes escolhiam cubículos com sombras que bloqueavam 85% dos raios solares (com temperaturas média ambiente de 22,3°C e intensidade luminosa de 2825lux),

86,5% das vezes escolhiam sombras com 95% de bloqueio dos raios solares (com temperaturas médias ambiente de 22,5°C e intensidade luminosa de 1977 lux) e 67,7% das vezes escolhiam locais sem sombra (com temperaturas médias de 22,5°C e intensidade luminosa de 57039 lux). Apesar de neste estudo as temperaturas não serem elevadas este refere que a escolha de cubículos sem sombra se deve ao fato de possivelmente nestes locais a ventilação ocorre de forma mais eficiente e que permita um melhor arrefecimento dos animais.

Na vacaria C, à semelhança da vacaria B, observou-se uma diferença significativa na intensidade luminosa registada em relação às duas metades do parque, o que poderia também estar a influenciar a distribuição dos animais. No entanto, a média dos valores da intensidade luminosa do lado do parque em que os animais não se concentraram foi 260lux, não se aplicando a explicação de uma metade do parque ser muito escura. Contudo esta não inviabiliza a hipótese de que os animais possam preferir o lado com maior luminosidade. Apesar de na bibliografia não se encontrar qualquer estudo relativo às intensidades luminosas máximas a que os animais devem ou preferem ser expostos sabe-se que, segundo Ondarza e Suttmeier (2008), diretamente ao Sol, os níveis de intensidade luminosa podem ir de 80 000 lux até 130 000 lux, dependendo da hora do dia. Phillips e Arab (1998) investigaram se as vacas preferiam desempenhar certas atividades na luz ou no escuro. Não houve uma correlação forte em qualquer atividade exceto na preferência de estar, indiscriminadamente, à luz. O estudo também mostrou que fosse qual fosse a atividade os animais preferiam fazê-lo em grupo independentemente da intensidade luminosa presente. Phillips e Morris (2000) citado em Eriksson (2014) realizaram um estudo onde punham aos animais a possibilidade de passarem por duas passagens, uma com intensidade luminosa de 22 lux e outra com 0,03 lux. Nesta última, quando era a passagem escolhida, eram oferecidas recompensas. Os animais escolheram sempre a passagem com maior intensidade luminosa. Os autores concluíram que sempre que possível os animais evitavam as passagens de menor intensidade luminosa. Segundo estes, o comportamento pode ser devido ao receio que os animais têm de obstáculos invisíveis e do chão escorregadio. A preferência das vacas por sítios em que a intensidade luminosa é maior também está descrita em estudos realizados por Dolezal e Kenizek (2002) e Soch (2005). Estes autores referem que uma melhor iluminação e contacto visual entre as vacas contribuem para a manutenção saudável da hierarquia e assim diminuição de traumatismos.

Um estudo de Stoye, Porter e Stamp Dawkins (2012) revelou que as vacas parecem estar sincronizadas no que respeita aos comportamentos de se deitarem e levantarem, tanto em ambiente extensivo como nos parques com cubículos. Põe-se a hipótese se parte desta

concentração numa extremidade do parque também não será devido a este comportamento sincronizado típico destes animais.

Num próximo estudo, de forma a obter valores mais próximos daqueles que são perceptíveis pelos animais, os luxímetros devem ser montados ao nível dos olhos destes, isto é, a cerca de 1,20 m a 1,50m em relação ao chão (Gavan and Motorga, 2009; Bal, Penner, Oba & Kennedy 2008; Reksen et al., 1999; Stanisiewski, Chapin, Ames, Zinn, & Tucker, 1988. Devido à casuística, de forma aos animais não chegarem aos aparelhos, só foi possível montar os luxímetros a cerca de 2,15 a 2,50 m do chão. Adicionalmente podia ensaiar-se a colocação de zonas de sombreamento sobre a área preferida pelos animais para verificar se isso determinaria a distribuição mais uniforme dos animais.

Índice Temperatura Humidade (ITH)

Uma vez que em nenhuma das vacarias estudadas houve uma diferença significativa entre os Índices de Temperatura Humidade nas duas metades do parque avaliadas, é provável que este não seja o fator mais importante para determinar a escolha do local de concentração dos animais. É no entanto possível, que seja este fator a determinar o comportamento de escolha em si, uma vez que existe uma distribuição dos animais que é variável ao longo do dia. Assim, na exploração C em que se verificou uma distribuição não uniforme dos animais através das imagens obtidas, esse comportamento foi visível entre as 11h00 e as 18h00 horas, quando o ITH esteve entre 70 e 75.

Segundo Zimbelman et al. (2009), valores de ITH ligeiramente acima de 68 podem levar a efeitos adversos, quer no comportamento e fisiologia dos animais, quer na produção. É de notar que a média do valor do ITH em todas as vacarias foi superior a 70 e, na vacaria B e C foi superior a 72. A partir de um ITH de 72 o stress é moderado e já há perdas na produção na ordem de -0.303kg/h (Lavucell, 2012). Nestas vacarias, apesar de não ser possível associar uma causa-efeito do fator ITH com as concentrações dos animais numa extremidade do parque, podemos supor que estes podem ter estado no limiar do stress ou mesmo com stress térmico e por isso adotar comportamentos típicos de quando há stress térmico como permanecer em pé de forma a aumentar a superfície disponível para a dissipação de calor (Anderson et al., 2013; Smith et al., 2012; Igono et al., 1987) e procurar estruturas (como bebedouros) que lhes permitissem a dissipação do calor (Tucker et al., 2008; Atrian & Shahryar, 2012). Relativamente às vacarias em estudo os bebedouros localizavam-se dois nas extremidades do parque e dois a meio deste.

Densidade de insetos

Segundo Vitela et al. (2006) uma grande densidade de moscas hematófagas, conhecidas como moscas do estábulo (*Stomoxys calcitrans*), produzem efeitos deletérios nos animais, não só pelo desconforto e irritação produzidos pela mosca, como por reduções na produção leiteira e no ganho de peso, e pela alteração do comportamento dos animais. Segundo estes autores, o grupo de animais reúne-se, colocando as cabeças para o interior de forma a protegerem estas zonas mais sensíveis.

Pelo estudo realizado percebemos que do lado onde os animais se concentravam era também o lado em que a densidade de insetos era maior. Contudo, não conseguimos responder à questão se esta relação foi causa ou consequência da densidade de insetos. Poderá assim haver mais insetos do lado com a concentração mais elevada de vacas, porque estes as seguem ou poderá haver mais vacas de um lado pois estas tentem-se proteger de uma concentração mais elevada de insetos.

Na bibliografia não se encontrou referência sobre a densidade de insetos a partir da qual os animais poderão começar a agrupar-se. Segundo Wieman, Campbell, Deshazer & Berry (1992) mesmo uma baixa densidade de moscas pode levar a que as vacas adotem este comportamento, contudo estes autores não referem o que entendem por baixa densidade.

Seria interessante encontrar uma metodologia que permitisse conhecer a densidade de insetos num período de tempo relativamente curto e compará-lo com o comportamento das vacas.

Direção e velocidade dos ventos

Segundo Shoshani e Hetzroni (2013) a orientação de um pavilhão e a velocidade dos ventos podem influenciar o comportamento e distribuição dos animais pelo parque. Quando um parque tem a direção Norte-Sul com ventos perpendiculares, a concentração não é tão pronunciada comparativamente à direção Este-Oeste, em que os ventos incidem paralelamente. Já a direção dos ventos prevalentes também afeta significativamente o alívio dos animais quando em stress térmico, tanto em parques com cubículos como sem. Esta observação é compatível com as de Barrington et al. (1994) que indicaram que as taxas de ventilação dependem da exposição e orientação do parque em relação aos ventos prevalentes. O efeito deve ser mais pronunciado em estruturas que são desenhadas para terem apenas ventilação natural e, portanto, não têm paredes laterais, como descrito por Barrington et al. (1994).

Pelos resultados obtidos há uma clara preferência dos animais pela metade do parque onde incidem os ventos. Enquanto nas vacarias A e C a direção dos ventos dominantes coincide com a dos ventos mais fortes, e estes são paralelos ao parque, na vacaria B os ventos

dominantes são perpendiculares ao parque e os mais fortes estão, à semelhança das outras vacarias, a incidir do lado onde os animais se concentram.

Os mesmos autores supracitados dizem existir uma clara vantagem desta combinação (ventos perpendiculares ao eixo maior do parque) quanto à manutenção das condições ideais para os animais, tanto a nível da temperatura como da ventilação. Referem também que quando estas duas variáveis, direção dos ventos e orientação do pavilhão, estão dispostas paralelamente, como acontece nas vacarias A e C, existe uma menor taxa de ventilação o que leva a que os animais possam mais facilmente entrar em stress térmico.

Zappavigna e Liberti (2002) demonstraram que a ventilação foi o fator dominante para o controlo ambiental e que uma orientação adequada do parque e correta altura da parede lateral contribuiriam para manter as condições ideais para o animal. Estes resultados estão de acordo com os apresentados no estudo de Shoshani e Hetzroni (2013). Olhando novamente para as vacarias A e C, a concentração dos animais numa extremidade dos parques pode dever-se a que, como a ventilação não é ótima nos parques, as vacas concentrem-se no lado em que conseguem tirar maior partido dos ventos. Já na vacaria B, apesar dos ventos serem perpendiculares ao eixo maior do parque o que, segundo os autores anteriores, constitui uma vantagem, estes podem não ter intensidade suficiente para ventilar de forma ótima o parque e, desta forma, os animais acabam por procurar os ventos mais fortes. Este achado está de acordo com o que estes autores também observaram nos seus estudos, isto é, que a concentração dos animais é também influenciada pela velocidade dos ventos.

A explicação para os resultados que obtivemos está de acordo com Lee & Hillman (2007), que afirmam que em dias muito quentes as vacas passam mais tempo em pé e orientam o corpo de forma a ficarem paralelas ao vento. Este comportamento deve-se a que, desta forma, estas conseguem dispersar o calor de forma mais eficiente.

Para aliviar o stress causado pelo calor existem vários aspetos que devem ser tidos em conta como pôr à disposição dos animais água para beber em quantidade e qualidade apropriada, sombra para que a possam usar caso necessitem, ventilação adequada, aumentar a velocidade do ar que passa pelas vacas, usar um sistema de arrefecimento com água para ajudar a dissipar o calor e manter a temperatura do ambiente mais baixa (Holmes & Palmer, 2007).

CONCLUSÃO

O bem-estar animal desperta cada vez mais interesse e é um conceito muito abrangente sendo o ponto de partida para uma boa produção animal seja em que área for. O interesse deste estudo prendeu-se sobretudo com o impacto que o comportamento aqui avaliado pode causar na produtividade, longevidade e bem-estar dos animais. Estando estes fatores comprometidos também o produtor sofre consequências, nomeadamente económicas.

Através deste estudo foi possível começar a perceber alguns dos fatores que podem estar por detrás deste comportamento de concentração das vacas leiteiras em regime estabulado no mês de Agosto. A intensidade luminosa, a orientação do parque/direção dos ventos e a densidade de insetos apresentaram diferenças entre as extremidades dos pavilhões com concentrações diferentes de animais.

No que respeita ao ITH nas três vacarias, não foram encontradas diferenças significativas entre as extremidades, contudo foi interessante reparar que, mesmo com as vacarias equipadas com sistemas de arrefecimento, em todas elas os animais poderiam estar sob stress térmico uma vez que os valores de ITH foram superiores a 71 na vacaria A e 73 nas vacarias B e C. O bem-estar destes animais pode estar a ser comprometido uma vez que, quando em stress térmico, há alterações na produção, reprodução e na saúde geral do animal.

Foi observado que as três vacarias dispunham de sombra, quantidade e qualidade apropriada da água e sistemas de arrefecimento com água e ventilação. Contudo, em relação a este último, e depois de os resultados mostrarem uma possível concentração dos animais do lado do parque onde os ventos têm maior velocidade, seria interessante fazer um estudo mais aprofundado sobre este fator específico. Nomeadamente fazer a montagem de mais estações meteorológicas pelo parque e, se possível, ao nível das vacas para assim se compreender com maior exatidão a direção dos ventos no parque e a velocidade com que estes são sentidos pelos animais. Seria também interessante comparar os valores quando a ventilação está a funcionar e quando não está.

Este estudo pode ser o primeiro passo para um estudo mais pormenorizado de vários fatores que podem estar por detrás deste comportamento. Para além de aumentar os dias de recolha de dados de forma a obter uma amostra significativamente representativa, seria interessante incluir outros fatores que aqui não foram abordados mas que também podem ter alguma influência neste comportamento, como dados sobre os pavilhões incluindo medidas de cubículos e parques, posição de bebedouros e comedouros e analisar os tempos em que os animais estão de pé.

BIBLIOGRAFIA

- Akari, C. T., Nakamura, R.M., Kam, L.W.G. & Clarke, N., 1984. The effect of level of lactation diurnal temperature patterns of dairy cattle in hot environments. *Journal of Dairy Science*. 67, 1752 – 1760
- Alsaad, M., Syring, C., Luternauer, M., Doherr, M. G., & Steiner, A. (2015). Effect of routine claw trimming on claw temperature in dairy cows measured by infrared thermography. *Journal of Dairy Science*, 98(4), 2381–2388. <http://doi.org/10.3168/jds.2014-8594>
- Anderson, S. D., Bradford, B. J., Harner, J. P., Tucker, C. B., Choi, C. Y., Allen, J. D. & Smith, J. F. (2013). Effects of adjustable and stationary fans with misters on core body temperature and lying behavior of lactating dairy cows in a semiarid climate. *Journal of Dairy Science*, 96(7), 4738–4750. <http://doi.org/10.3168/jds.2012-6401>
- Andrýsek J., Chládek G., Javorová J., Velecká M., Večeřa M. & Falta D. (2013). Effect of temperature and light intensity in the reference of cubicles in the stable of dairy cows Czech Fleckvieh. *Conference MandelNet 2013*.
- Aoyama, M., Dohi, H., Shioya, S., Takeuchi, Y., Mori, Y., & Okubo, T. (1994). Feeding-deterrent substance in cattle feces: its effects on ingestive behavior in goats. *Applied Animal Behaviour Science*, 40(3–4), 253–262. [http://doi.org/10.1016/0168-1591\(94\)90066-3](http://doi.org/10.1016/0168-1591(94)90066-3)
- APROLEP (2012, August 24). Carta Aberta sobre o risco de extinção da produção de Leite em Portugal. Associação dos produtores de leite de Portugal. Consultado em Agosto de 2013 em <http://aprolep.wordpress.com/2012/08/24/carta-aberta-sobre-o-risco-deextincao-da-producao-de-leite-em-portugal/>
- Armstrong, D. V. (1994). Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*, 77(7), 2044–2050. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77149-6](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77149-6)
- Atrian, P., & H. A. Shahryar. 2012. Heat stress in dairy cows (a review). *Res. in Zoology*. 2:31-37.
- Auchtung, T. L., & Dahl, G. E. (2004). Prolactin mediates photoperiodic immune enhancement: effects of administration of exogenous prolactin on circulating concentrations, receptor expression, and immune function in steers. *Biology of Reproduction*, 71(6), 1913–1918. <http://doi.org/10.1095/biolreprod.104.031005>
- Auchtung, T. L., Rius, A. G., Kendall, P. E., McFadden, T. B., & Dahl, G. E. (2005). Effects of photoperiod during the dry period on prolactin, prolactin receptor, and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88(1), 121–127. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72669-2](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72669-2)
- Bandaranayaka, D. D., & Holmes, C. W. (1976). Changes in the composition of milk and rumen contents in cows exposed to a high ambient temperature with controlled feeding. *Tropical Animal Health and Production*, 8(1), 38–46.
- Bale, M.A., Penner, G.B., Oba, M. & Kennedy, A.D. (2008). Effects of dim light at night on milk yield, milk composition and endocrine profile of lactating dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*. 8:609-612.

- Barrington S., Zemanich N., & Choiniere Y. (1994). Orienting Livestock Shelters to Optimize Natural Summer Ventilation. *Transactions of the ASAE*, 37(1), 251–255. <http://doi.org/10.13031/2013.28078>
- Berry, I. L., Stage D. A., & Campbell J. B. (1983). Populations and economic impacts of stable flies on cattle. *Trans. Am. Soc. Agric. Engl* 873–877. 26.
- Buchanan, B. A., Chapin, L. T., & Tucker, H. A. (1992). Prolonged suppression of serum concentrations of melatonin in prepubertal heifers. *Journal of Pineal Research*, 12(4), 181–189. <http://doi.org/10.1111/j.1600-079X.1992.tb00046.x>
- Calderon, D. F., & Cook, N. B. (2011). The effect of lameness on the resting behavior and metabolic status of dairy cattle during the transition period in a freestall-housed dairy herd. *Journal of Dairy Science*, 94(6), 2883–2894. <http://doi.org/10.3168/jds.2010-3855>
- Campbell, J. B., & Hermanussen, J. F. (1971). Efficacy of Insecticides and Methods of Insecticidal Application for Control of Stable Flies in Nebraska. *Journal of Economic Entomology*, 64(5), 1188–1190.
- Chainstain, J.P. & Nicolai, R., (2007). Dairy lightning system for tie stall barns. Delaval. <http://www.milkproduction.com/Library/Scientific-articles/Housing/Dairy-lighting-system/>
- Chesterton, R. N., Pfeiffer, D. U., Morris, R. S., & Tanner C. M. (1989). Environmental and behavioural factors affecting the prevalence of foot lameness in New Zealand dairy herds - a case-control study. *New Zealand Veterinary Journal*, 37(4), 135–142. <http://doi.org/10.1080/00480169.1989.35587>
- Cockram, M. S. (1991). Resting behaviour of cattle in a slaughterhouse lairage. *British Veterinary Journal*, 147(2), 109–119. [http://doi.org/10.1016/0007-1935\(91\)90100-2](http://doi.org/10.1016/0007-1935(91)90100-2)
- Collier, R. J., Dahl, G. E., & VanBaale, M. J. (2006). Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89(4), 1244–1253. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72193-2](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72193-2)
- Cook, N. B., Bennett, T. B., & Nordlund, K. V. (2004). Effect of Free Stall Surface on Daily Activity Patterns in Dairy Cows with Relevance to Lameness Prevalence. *Journal of Dairy Science*, 87(9), 2912–2922. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73422-0](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73422-0)
- Cook, N. B., Mentink, R. L., Bennett, T. B., & Burgi, K. (2007). The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90(4), 1674–1682. <http://doi.org/10.3168/jds.2006-634>
- Cook, N. B., & Nordlund, K. V. (2009). The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *The Veterinary Journal*, 179(3), 360–369. <http://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.09.016>
- Cooper, M.D., Arney, D.R & Phillips C.J.C (2007). Two- or four-hour lying deprivation on the behavior of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 90 (2007), pp. 1149–1158.
- Cooper, M.D., Arney, D.R & Phillips C.J.C (2008). The effect of temporary deprivation of lying and feeding on the behaviour and production of lactating dairy cows. *Animal*, 2 (2008), pp. 275–283.

- Dahl, G. E., Buchanan, B. A., & Tucker, H. A. (2000). Photoperiodic Effects on Dairy Cattle: A Review. *Journal of Dairy Science*, 83(4), 885–893. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74952-6](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74952-6)
- Dannenmann, K., Buchenauer, D., & Fliegner, H. (1985). The behaviour of calves under four levels of lighting. *Applied Animal Behaviour Science*, 13(3), 243–258. [http://doi.org/10.1016/0168-1591\(85\)90048-6](http://doi.org/10.1016/0168-1591(85)90048-6)
- Dolezal, O., erná, D, Knízek, J. (2002). Komfortní ustájení vysokoproduk ních dojnic (Comfortable environment of high yielding cows). Prague, VÚ V Prague
- Eriksson, J. (2014). Effect of low light intensities on dairy cows' behavior [Second cycle, A2E]. Retrieved September 22, 2015, from <http://stud.epsilon.slu.se/6886/>
- Fenalac, 2011, “O Presente e a Perspectiva Futura da Produção de Leite”, apresentação na Frilac, Outubro, Aveiro.
- Garry, F. B. (2004). Animal Well-Being in the U.S. Dairy Industry. In G. J. B. DVM & B. E. Rollinessor (Eds.), *The Well-Being of Farm Animals* (pp. 207–240). Blackwell Publishing. Retirado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470344859.ch11/summary>
- Galindo, F., & D. M. Broom (2000). The relationships between social behavior of dairy cows and the occurrence of lameness in three herds. *Res. Vet. Sci.* 69:75-79.
- Gavan, C. & Motorga, V. (2009). The effect of supplemental light on milk production in Holstein dairy cows.
- Gomez, A., & Cook, N. B. (2010). Time budgets of lactating dairy cattle in commercial freestall herds. *Journal of Dairy Science*, 93(12), 5772–5781. <http://doi.org/10.3168/jds.2010-3436>
- GPP, Gabinete de Planeamento e Políticas (Fevereiro 2007). Leite e laticínios - Diagnóstico sectorial. Gabinete de Planeamento e Políticas. http://www.gpp.pt/pbl/diagnosticos/Leite__Diagnostico_Sectorial.pdf
- Grant, R. (2004). Taking advantage of natural behavior improves dairy cow performance. <http://www.extension.org>, acedido em Maio 2015.
- Gavan, C. & Motorga, V. 2009. The effect of supplemental light on milk production in Holstein dairy cows. *Lucrari Stiintifice - Zootehnie si Biotehnologii*. 42:261-265.
- Haley, J. R. (2000). Behavioural indicators of cow comfort: activity and resting behaviour of dairy cows in two types of housing. *Canadian Journal of Animal Science* 80(2), 257–263. <http://doi.org/10.4141/A99-084>
- Hansen, P. J. (1985). Seasonal modulation of puberty and the postpartum anestrus in cattle: A review. *Livestock Production Science*, 12(4), 309–327. [http://doi.org/10.1016/0301-6226\(85\)90131-9](http://doi.org/10.1016/0301-6226(85)90131-9).
- Hansen, P. J., Kamwanja, L. A., & Hauser, E. R. (1982). The effect of photoperiod on serum concentrations of luteinizing and follicle stimulating hormones in prepubertal heifers following ovariectomy and estradiol injection. *Theriogenology*, 18(5), 551–559.

- Hansen, P. J., Kamwanja, L. A., & Hauser, E. R. (1983). Photoperiod influences age at puberty of heifers. *Journal of Animal Science*, 57(4), 985–992.
- Hart, B. L. (1992). Behavioral Adaptations to Parasites: An Ethological Approach. *The Journal of Parasitology*, 78(2), 256. <http://doi.org/10.2307/3283472>
- Hart, I. C., Bines, J. A., Morant, S. V., & Ridley, J. L. (1978). Endocrine control of energy metabolism in the cow: comparison of the levels of hormones (prolactin, growth hormone, insulin and thyroxine) and metabolites in the plasma of high- and low-yielding cattle at various stages of lactation. *The Journal of Endocrinology*, 77(3), 333–345.
- Hassall, S. A., Ward, W. R., & Murray, R. D. (1993). Effects of lameness on the behaviour of cows during the summer. *The Veterinary Record*, 132(23), 578–580.
- Hillman, P. E., Lee C. N. & Willard S. T.. (2005). Thermoregulatory responses associated with lying and standing in heat-stressed dairy cows. *Transactions of the ASAE*, 48(2), 795–801. <http://doi.org/10.13031/2013.18322>
- Holmes B. & Palmer R., (2007). Cow Comfort Issues in freestall barn. Dairy Science Department Univ. of Wisconsin-Madison.
- Hörndahl, T., Wachenfelt, E. V. & Wachenfelt, H. V. (2012). Belysning i stallbyggnader - Energieffektiv belysning och god djurvälstånd. Sveriges lantbruksuniversitet. Fakulteten för landskapsplanering, trädgård- och jordbruksvetenskap. Alnarp. 2012.
- Igono, M. O., Johnson, H. D., Steevens, B. J., Krause, G. F., & Shanklin, M. D. (1987). Physiological, productive, and economic benefits of shade, spray, and fan system versus shade for Holstein cows during summer heat. *Journal of Dairy Science*, 70(5), 1069–1079. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(87\)80113-3](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(87)80113-3)
- Jones, C. (2013). Heat Stress During The Dry Period Affects Calves too. College of Agriculture Science. <http://extension.psu.edu/animals/dairy/news/2013/heat-stress-during-the-dry-period-affects-calves-too>
- Kadzere, C. T., Murphy, M. R., Silanikove, N., & Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, 77(1), 59–91. [http://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00330-X](http://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00330-X)
- Keister, Z. O., Moss, K. D., Zhang, H. M., Teegerstrom, T., Edling, R. A., Collier, R. J., & Ax, R. L. (2002). Physiological Responses in Thermal Stressed Jersey Cows Subjected to Different Management Strategies. *Journal of Dairy Science*, 85(12), 3217–3224. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74410-X](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74410-X)
- Kendall, P. E., Nielsen, P. P., Webster, J. R., Verkerk, G. A., Littlejohn, R. P., & Matthews, L. R. (2006). The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. *Livestock Science*, 103(1), 148–157. <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.02.004>
- Kendall, P. E., Verkerk, G. A., Webster, J. R., & Tucker, C. B. (2007). Sprinklers and Shade Cool Cows and Reduce Insect-Avoidance Behavior in Pasture-Based Dairy Systems. *Journal of Dairy Science*, 90(8), 3671–3680. <http://doi.org/10.3168/jds.2006-766>

- Knapp, F. W., Charron, A. E., & Burg, J. G. (1995). Diseases transmission by the stable fly. In G. D. Thomas & S. R. Skoda (Eds.), *The stable fly: A pest of humans and domestic animals* (pp. 25–38). Lincoln: University of Nebraska.
- Ladewig, J., & Smidt, D. (1989). Behavior, episodic secretion of cortisol, and adrenocortical reactivity in bulls subjected to tethering. *Hormones and Behavior*, 23(3), 344–360.
- Lavucell & Lalleman Animal Nutrition (2012). New insights on heat stress evaluation and impact in dairy cows and its management through microbial solutions. *Practical cases for live yeast Saccharomyces cerevisiae I-1077 and organic selenium*.
- Lawrence, A. (2006). Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(11), 4259–4266.
- Lee, C. N. & Hillman P. E., (2007). Thermal Responses of Holstein Dairy Cows on Pastures with High Solar Loads and High Winds. American Society of Agricultural and Biological Engineers. <http://doi.org/10.13031/2013.22791>
- Legrand, A., Schütz, K. E., & Tucker, C. B. (2011). Using water to cool cattle: Behavioral and physiological changes associated with voluntary use of cow showers. *Journal of Dairy Science*, 94(7), 3376–3386. <http://doi.org/10.3168/jds.2010-3901>
- Lemerle, C., & Goddard, M. E. (1986). Assessment of heat stress in dairy cattle in Papua New Guinea. *Tropical Animal Health and Production*, 18(4), 232–242.
- Metcalf, J. A., Roberts, S. J., & Sutton, J. D. (1992). Variations in blood flow to and from the bovine mammary gland measured using transit time ultrasound and dye dilution. *Research in Veterinary Science*, 53(1), 59–63.
- Metz, J. H. M. (1985). The reaction of cows to a short-term deprivation of lying. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 13 (1985), pp. 301–307.7
- Meyer, J. A., & Petersen, J. J. (1983). Characterization and seasonal distribution of breeding sites of stable flies and house flies (Diptera: Muscidae) on eastern Nebraska feedlots and dairies. *Journal of Economic Entomology*, 76(1), 103–108.
- Miller, R. W. (1995). The stable fly as a pest of dairy cattle. In G. D. Thomas & S. R. Skoda, *The stable fly: A pest of humans and domestic animals* (pp. 12–20). Lincoln: University of Nebraska.
- Miller, A.R.E., E. P. Stanisiewski, R. A. Erdman, L. W. Douglass, & G. E. Dahl. 1999. Effects of long daily photoperiod and bovine somatotropin (Trobect®) on milk yield in cows. *J. Dairy Sci.* 82: 1716-1722.
- Mitlöhner, F. M., Galyean, M. L., & McGlone, J. J. (2002). Shade effects on performance, carcass traits, physiology, and behavior of heat-stressed feedlot heifers. *Journal of Animal Science*, 80(8), 2043–2050.
- Munksgaard, L., Jensen, M. B., Pedersen, L. J., Hansen, S. W., & Matthews, L. (2005). Quantifying behavioural priorities—effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos taurus*. *Applied Animal Behaviour Science*, 92(1–2), 3–14. <http://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.11.005>

- Munksgaard, L., & Løvendahl, P. (1993). Effects of social and physical stressors on growth hormone levels in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 73(4), 847–853. <http://doi.org/10.4141/cjas93-087>
- Munksgaard, L., & Simonsen, H. B. (1996). Behavioral and pituitary adrenal-axis responses of dairy cows to social isolation and deprivation of lying down. *Journal of Animal Science*, 74(4), 769–778.
- Norring, M., Valros, A., & Munksgaard, L. (2012). Milk yield affects time budget of dairy cows in tie-stalls. *Journal of Dairy Science*, 95(1), 102–108. <http://doi.org/10.3168/jds.2010-3458>
- Ondarza & Suttmeier (2008). Light. DeLaval em Light - Milkproduction.com.
- Österman, N. & Redbo, N. (2001). Effects of milking frequency on lying down and getting up behaviour in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 70(3), 167–176.
- Overton, M. W., Sisco, W. M., Temple, G. D., & Moore, D. A. (2002). Using Time-Lapse Video Photography to Assess Dairy Cattle Lying Behavior in a Free-Stall Barn. *Journal of Dairy Science*, 85(9), 2407–2413. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74323-3](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74323-3)
- Peters, R. R., Chapin, L. T., Emery, R. S., & Tucker, H. A. (1980). Growth and hormonal response of heifers to various photoperiods. *Journal of Animal Science*, 51(5), 1148–1153.
- Peters, R. R., Chapin, L. T., Leining, K. B., & Tucker, H. A. (1978). Supplemental lighting stimulates growth and lactation in cattle. *Science (New York, N.Y.)*, 199(4331), 911–912.
- Petitclerc, D., Chapin, L. T., Emery, R. S., & Tucker, H. A. (1983). Body growth, growth hormone, prolactin and puberty response to photoperiod and plane of nutrition in Holstein heifers. *Journal of Animal Science*, 57(4), 892–898.
- Petitclerc, D., Peters, R. R., Chapin, L. T., Oxender, W. D., Refsal, K. R., Braun, R. K., & Tucker, H. A. (1983). Effect of Blinding and Pinealectomy on Photoperiod and Seasonal Variations in Secretion of Prolactin in Cattle. *Experimental Biology and Medicine*, 174(2), 205–211. <http://doi.org/10.3181/00379727-174-41726>
- Phillips, C. J. C., & Weiguo, L. (1991). Brightness discrimination abilities of calves relative to those of humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 31(1-2), 25–33. [http://doi.org/10.1016/0168-1591\(91\)90150-V](http://doi.org/10.1016/0168-1591(91)90150-V)
- Phillips, C. J., & Morris, I. D. (2000). The locomotion of dairy cows on concrete floors that are dry, wet, or covered with a slurry of excreta. *Journal of Dairy Science*, 83(8), 1767–1772. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75047-8](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75047-8)
- Piccione, G., Giannetto, C., Schembari, A., Ganesella, M., & Morgante, M. (2011). A comparison of daily total locomotor activity between the lactation and the dry period in dairy cattle. *Research in Veterinary Science*, 91(2), 289–293. <http://doi.org/10.1016/j.rvsc.2010.12.011>
- Reksen, O., Tverdal, A., Landsverk, K., Kommisrud, E., Bøe, K. E., & Ropstad, E. (1999). Effects of photointensity and photoperiod on milk yield and reproductive performance

of Norwegian red cattle. *Journal of Dairy Science*, 82(4), 810–816. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75300-2](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75300-2)

- Roefeldt, S. (1998). You can't afford to ignore heat stress. *Dairy Manage.* 35(5):6-12.
- Ruckebusch, Y. (1974). Sleep deprivation in cattle. *Brain Research*, 78(3), 495–499. [http://doi.org/10.1016/0006-8993\(74\)90932-9](http://doi.org/10.1016/0006-8993(74)90932-9)
- Schillo, K. K., Hansen, P. J., Kamwanja, L. A., Dierschke, D. J., & Hauser, E. R. (1983). Influence of season on sexual development in heifers: age at puberty as related to growth and serum concentrations of gonadotropins, prolactin, thyroxine and progesterone. *Biology of Reproduction*, 28(2), 329–341.
- Schirmann, K., Chapinal, N., Weary, D. M., Heuwieser, W., & von Keyserlingk, M. A. G. (2012). Rumination and its relationship to feeding and lying behavior in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(6), 3212–3217. <http://doi.org/10.3168/jds.2011-4741>
- Schütz, K. E., Rogers, A. R., Cox, N. R., & Tucker, C. B. (2009). Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: Shade use, behaviour, and body temperature. *Applied Animal Behaviour Science*, 116(1), 28–34. <http://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.07.005>
- Schütz, K.E., Rogers, A.R., Cox, N.R., Webster, J.R., Tucker, C.B. (2011) Dairy cattle prefer shade over sprinklers: Effects on behavior and physiology. *J. Dairy Sci.* 2011;94:273–283
- Shoshani, E., & Hetzroni, A. (2013). Optimal barn characteristics for high-yielding Holstein cows as derived by a new heat-stress model. *Animal: An International Journal of Animal Bioscience*, 7(1), 176–182. <http://doi.org/10.1017/S1751731112001085>
- Smith, J. F., B. J. Bradford, J. P. Harner, K. Ito, M. von Keyserlingk, C. R. Mullins, J. C. Potts, J. D. Allen, & M. W. Overton. 2012. Effect of cross ventilation with or without evaporative pads on core body temperature and resting time of lactating cows. *J. Dairy Sci.*
- Soch, M. (2005). Vliv prostředí na vybrané ukazatele pohody skotu (Effect of environment on selected indices of cattle welfare). *Ceské Budejovice, JU ZF B*, Pp. 82–83.
- Stanisiewski, E. P., Chapin, L. T., Ames, N. K., Zinn, S. A., & Tucker, H. A. (1988). Melatonin and prolactin concentrations in blood of cattle exposed to 8, 16 or 24 hours of daily light. *Journal of Animal Science*, 66(3), 727–734.
- Stoye, S., Porter, M. A., & Stamp Dawkins, M. (2012). Synchronized lying in cattle in relation to time of day. *Livestock Science*, 149(1), 70–73. <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.06.028>
- Suárez, E., & Orihuela, A. (2002). The effect of exposure to feces from four farm species on the avoidance behaviour and feed consumption of sheep. *Livestock Production Science*, 77(2–3), 119–125. [http://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00085-4](http://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00085-4)
- Takahashi, J. S., & Zatz, M. (1982). Regulation of circadian rhythmicity. *Science (New York, N.Y.)*, 217(4565), 1104–1111.

- Tao, S., Bubolz, J. W., do Amaral, B. C., Thompson, I. M., Hayen, M. J., Johnson, S. E., & Dahl, G. E. (2011). Effect of heat stress during the dry period on mammary gland development. *Journal of Dairy Science*, 94(12), 5976–5986. <http://doi.org/10.3168/jds.2011-4329>
- Tucker, C. B., Rogers, A. R., & Schütz, K. E. (2008). Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. *Applied Animal Behaviour Science*, 109(2–4), 141–154. <http://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.03.015>
- Vitela, I., Cruz-Vázquez, C., & Orihuela, A. (2006). A note on the effect of controlling stable flies (*Stomoxys calcitrans*) in the resting activity and pen distribution of dairy cows. *Journal of Applied Animal Welfare Science: JAAWS*, 9(3), 241–248. http://doi.org/10.1207/s15327604jaws0903_6
- Wieman, G. A., Campbell, J. B., Deshazer, J. A., & Berry, I. L. (1992). Effects of Stable Flies (Diptera: Muscidae) and Heat Stress on Weight Gain and Feed Efficiency of Feeder Cattle. *Journal of Economic Entomology*, 85(5), 1835–1842.
- Wieman, G. A., Campbell, J. B., Deshazer, J. A., & Berry, I. L. (1992). Effects of stable flies (Diptera: Muscidae) and heat stress on weight gain and feed efficiency of feeder cattle. *Journal of Economic Entomology*, 85(5), 1835–1842.
- Zejdová, P., Falta, D., Chládek, G. & Máchal, L. (2011): Effect of lactation stage, its number, current milk performance and barn air temperature on laterality of holstein dairy cows laying behaviour. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2011. sv. 59, č. 5, s. 315 – 321, ISSN 1211-8516.
- Zinn, S. A., Purchas, R. W., Chapin, L. T., Petitclerc, D., Merkel, R. A., Bergen, W. G., & Tucker, H. A. (1986). Effects of photoperiod on growth, carcass composition, prolactin, growth hormone and cortisol in prepubertal and postpubertal Holstein heifers. *Journal of Animal Science*, 63(6), 1804–1815.

ANEXO I

Esquema de montagem nas várias vacarias dos aparelhos utilizados no estudo. A câmara ficou montada apenas numa metade do parque.

<p>Montagem na extremidade de: Luxímetro 1, Estação Meteorológica 1 e câmara (altura: 2,15 a 2,5 m do chão)</p> <p>Metade 1 do parque</p>
<p>Metade 2 do parque</p> <p>Montagem na extremidade de: Luxímetro 2, Estação Meteorológica 2 e câmara (altura: 2,15 a 2,5 m do chão)</p>

ANEXO II

A partir de todas as medições da estação meteorológica relativamente aos ventos foi elaborado um quadro com as frequências da direção dos ventos, sendo que, o mais frequente é designado como “Vento dominante” e a partir da soma dos vários ventos nas várias direções obtém-se a direção de onde vem os “Ventos com Rajada mais fortes”.

Vacaria A

	Frequência dos Ventos C	Soma da velocidade dos ventos C (Km/h)	Frequência dos Ventos NC	Soma da velocidade dos ventos NC (Km/h)
N	3	18,1	8	116,2
NNE			2	20,9
NE	2	17,6	30	394,8
ENE			2	13,6
E	2	17,2	4	56,6
ESE				
SE				
SSE				
S	1	9,1		
SSO	3	24,2	1	17,3
SO	33	569,4	1	11,2
OSO	5	45,7		
O	1	7,2		
ONO			2	42,9
NO	2	15,4	1	6,1
NNO	1	11,7	3	54,7

Vacaria B

	Frequência dos Ventos C	Soma da velocidade dos ventos C (Km/h)	Frequência dos Ventos NC	Soma da velocidade dos ventos NC (Km/h)
N	10	30,2		
NNE	1	3,6		
NE	4	8,6	9	32,8
ENE	1	3,6		
E			16	44,6
ESE			2	7,2
SE	1	2,5	4	19,4
SSE				
S				
SSO				
SO	10	72,6	1	4,4
OSO				
W	5	37,7	2	7,2
WNO			1	2,5
NO	11	55,7		

NNO	2	12,2
------------	---	------

Vacaria C

	Frequência dos Ventos NC	Soma da velocidade dos ventos NC (Km/h)	Frequência dos Ventos C	Soma da velocidade dos ventos C (Km/h)
N			10	30,2
NNE			1	2,5
NE	12	32,7	18	54,3
ENE			1	1,1
E	5	5,5	4	8,6
ESE				
SE	5	16,9		
SSE				
S	7	18,3		
SSO			1	3,6
SO			1	2,5
OSO				
O	2	3,6		
ONO			2	5
NO	2	5	1	2,5
NNO			2	7,2

ANEXO III

Tabelas completas relativas à totalidade do efetivo observado, Totalidade do efetivo no parque e percentagem de animais observados.

Horário Vacaria A	Totalidade do efetivo observado	Totalidade do efetivo no parque	Percentagem do efetivo observado
7h	30	71	42%
7h15	31	71	44%
7h30	41	71	58%
7h45	43	71	61%
8h	40	71	56%
8h15	46	71	65%
8h30	42	71	59%
8h45	47	71	66%
9h	49	71	69%
9h15	40	71	56%
9h30	31	71	44%
9h45	30	71	42%
10h	35	71	49%
10h15	24	71	34%
10h30	33	71	46%
10h45	43	71	61%
11h	45	71	63%
11h15	38	71	54%
11h30	36	71	51%
12h45	46	71	65%
13h	42	71	59%
13h15	39	71	55%
13h30	43	71	61%
13h45	43	71	61%
14h	41	71	58%
14h15	36	71	51%
14h30	39	71	55%
14h45	41	71	58%
15h	38	71	54%
15h15	42	71	59%
15h30	41	71	58%
15h45	39	71	55%
16h	43	71	61%
16h15	44	71	62%
16h30	41	71	58%
16h45	39	71	55%
17h	36	71	51%
17h15	38	71	54%
17h30	39	71	55%
17h45	40	71	56%
18h	41	71	58%

18h15	38	71	54%
18h30	37	71	52%
18h45	40	71	56%
19h	43	71	61%
19h15	40	71	56%
19h30	37	71	52%
Média	38		54%

Horário Vacaria B	Totalidade do efetivo observado	Totalidade do efetivo no parque	Porcentagem do efetivo observado
7h15	38	96	40%
7h30	32	96	33%
7h45	30	96	31%
8h	53	96	55%
8h15	52	96	54%
8h30	52	96	54%
8h45	66	96	69%
9h	58	96	60%
9h15	57	96	59%
9h30	55	96	57%
9h45	43	96	45%
10h	61	96	64%
10h15	54	96	56%
10h30	49	96	51%
10h45	50	96	52%
11h	53	96	55%
11h15	49	96	51%
11h30	56	96	58%
11h45	53	96	55%
12h	47	96	49%
12h15	52	96	54%
12h30	48	96	50%
12h45	42	96	44%
13h	44	96	46%
13h15	40	96	42%
13h30	39	96	41%
13h45	37	96	39%
15h15	47	96	49%
15h30	53	96	55%
15h45	48	96	50%
16h	50	96	52%
16h15	53	96	55%
16h30	47	96	49%
16h45	57	96	59%
17h	56	96	58%
17h15	43	96	45%

17h30	52	96	54%
17h45	46	96	48%
18h	42	96	44%
18h15	29	96	30%
18h30	34	96	35%
18h45	38	96	40%
19h	47	96	49%
19h15	38	96	40%
19h30	31	96	32%
19h45	52	96	54%
Média	47,3		49,3%

Horário Vacaria C	Totalidade do efetivo observado	Totalidade do efetivo no parque	Porcentagem do efetivo observado
9h15	65	150	43%
9h30	57	150	38%
9h45	55	150	37%
10h	62	150	41%
10h15	50	150	33%
10h30	57	150	38%
10h45	48	150	32%
11h	59	150	39%
11h15	58	150	39%
11h30	60	150	40%
11h45	60	150	40%
12h	68	150	45%
12h15	61	150	41%
12h30	61	150	41%
12h45	60	150	40%
13h	60	150	40%
13h15	64	150	43%
13h30	74	150	49%
15h	60	150	40%
15h15	53	150	35%
15h30	60	150	40%
15h45	56	150	37%
16h	59	150	39%
16h15	63	150	42%
16h30	64	150	43%
16h45	65	150	43%
17h	62	150	41%
17h15l	65	150	43%
17h30	59	150	39%
17h45	72	150	48%
18h	68	150	45%

18h15	70	150	47%
18h30	65	150	43%
18h45	67	150	45%
19h	76	150	51%
19h15	62	150	41%
19h30	64	150	43%
19h45	53	150	35%
20h	52	150	35%
Média	61,4		41%