

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**PARÂMETROS FÍSICOS DE BOVINOS LEITEIROS SUBMETIDOS AO
ESTRESSE TÉRMICO**

**EVELYN PRISCILA MÜNCHEN ALFONZO
ZOOTECNISTA/UNIOESTE**

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia
Área de concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Março, 2014

CIP - Catalogação na Publicação

Alfonzo, Evelyn Priscila München
Parâmetros físicos de bovinos leiteiros submetidos
ao estresse térmico / Evelyn Priscila München
Alfonzo. -- 2014.
50 f.

Orientadora: Concepta Margaret McManus.
Coorientadora: Vivian Fischer.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa
de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS,
2014.

1. Estresse térmico. 2. Holandês. 3. Girolando.
I. McManus, Concepta Margaret, orient. II. Fischer,
Vivian, coorient. III. Título.

EVELYN PRISCILA MUNCHEN ALFONZO
Zootecnista

DISSERTAÇÃO

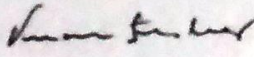
Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

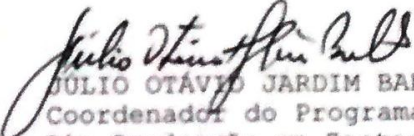
MESTRA EM ZOOTECNIA

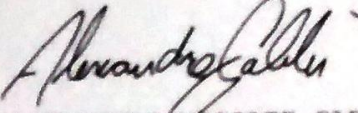
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil


Aprovada em: 21.03.2014
Pela Banca Examinadora

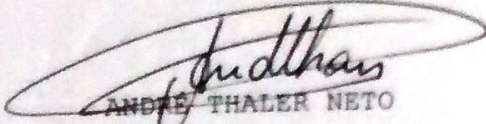
Homologado em: 17.06.2014
Por



VIVIAN FISCHER
PPG Zootecnia/UFRGS
Coorientadora


JULIO OTÁVIO JARDIM BARCELLOS
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia


ALEXANDRE MOSSATE GABBI
UFRGS


EDUARDO ANTUNES DIAS
UFRGS


ANDRÉ THALER NETO
UDESA


PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de Agronomia

DEDICATÓRIA

*“Os pais deixam para os seus filhos o que eles têm de melhor!
“Querer bem ao filho é ajuda-lo a crescer.”*

Dante Ramon Ledesma

Aos meus pais e irmão pelo amor eterno!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus pais e meu irmão, pelo apoio incondicional e o amor imensurável. Não conseguiria chegar tão longe sem vocês, que sempre me ajudaram e me deram forças para seguir em frente, mesmo que a saudade apertasse e as lágrimas corressem. Sei que, com vocês, posso seguir na jornada que escolhi. Muito obrigada, amo vocês.

À minha orientadora, Dr^a. Concepta McManus, pela dedicação e sabedoria. Sem ela não teria descoberto a capacidade que possuo e como posso explorá-la. Também agradeço à minha co-orientadora, professora Dr^a. Vivian Fischer, pelos auxílios em todos os momentos do experimento.

À Embrapa Gado de leite (CNPGL) e ao pesquisador, Dr. Marcos Vinicius, por ceder o espaço para a realização deste trabalho e pelo apoio durante os dias de coleta durante o experimento.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa. Agradeço à UFRGS e ao programa de pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade de concluir o mestrado em uma instituição tão memorável, que oportuniza aos alunos novas experiências e auxilia no crescimento profissional.

Aos meus colegas Darlene, Giovani, Marcelo e Vanessa, pelo auxílio na realização deste experimento, suportando todos os entraves e desafios que encontramos no caminho, o que nos tornou pessoas mais preparadas para o futuro. Aos meus colegas do grupo Nuplac, pelo imenso apoio, trabalho, risos e compreensão.

Agradecimento especial aos colegas Marcelo Stumpf e Alexandre Gabbi, pela enorme paciência e ajuda em todas as dúvidas durante a execução deste trabalho.

À família que Deus escolheu para me acolher em Porto Alegre durante esse mestrado, meus amigos, irmãos da Housing. Vocês todos me ajudaram a levar a vida mais leve, a aproveitar cada momento e também seguraram minha mão nos momentos que mais precisei. Amo vocês e espero que possamos levar essa amizade para sempre.

Aos meus amigos de Foz, Tamila e Matheus, que me deixaram com mais saudades de casa a cada partida e que me ajudaram a levar com mais risos essa vida acadêmica.

A todos vocês, meu muito obrigada!

Parâmetros físicos de bovinos leiteiros submetidos ao estresse térmico ¹

Autor: Evelyn Priscila München Alfonzo

Orientadora: Concepta Margaret McManus

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar as características físicas preditoras do efeito do calor sobre os diferentes grupos genéticos de bovinos leiteiros. Foram utilizados trinta e oito animais, entre eles 19 da raça Holandesa, 08 Girolando $\frac{1}{2}$ Holandês e 11 Girolando $\frac{3}{4}$ Holandês. Foram realizadas mensurações para as características físicas, como: espessura da pele e pelame, contagem e comprimento de pelos e medidas corporais, sendo essa realizada uma única vez por animal. Os parâmetros fisiológicos coletados foram: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), escore de ofegação (EO). As imagens termográficas foram obtidas por uma câmera infravermelha (FLIR® System T300), onde se coletaram as temperaturas das regiões do lado direito (Ladod), lado esquerdo (Ladoe), olho direito (Olho), visão lateral do úbere direito (Uberelat), visão posterior do úbere (Uberetras) e pata dianteira direita na visão posterior (Pata). Os bovinos da raça Holandesa foram mais sensíveis ao estresse térmico por calor em relação aos Girolando ($\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ Holandês). A análise discriminante identificou o perímetro torácico como a característica física que tem influência na tolerância ao calor dos animais. A análise canônica separou os animais da raça Holandesa dos animais da raça Girolando $\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ Hoandês. A porcentagem de variação nos fatores principais foram maiores durante a tarde do que na manhã, porém foram baixos. As regressões e correlações não foram significativas, assim as características físicas não foram boas em predizer os índices fisiológicos e as temperaturas termográficas, portanto não devem ser utilizadas.

Palavras chave: tolerância, termografia, pelame e vaca

¹Dissertação de Mestrado em Zootecnia - Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (50 p.). Março, 2014.

Physical parameters of dairy cattle subjected to heat stress ²

Author: Evelyn Priscilla München Alfonzo

Advisor: Concepta Margaret McManus

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the physical characteristics predictive of the effect of heat on different genetic groups of dairy cattle. Thirty eight animals, including 19 Holstein, 08 Gir ½ Holstein and 11 Gir ¾ Holstein were used. Measurements to the physical characteristics were carried out: skin and coat thickness, number and length of hair and body measurements, performed once per animal. The physiological parameters collected included: rectal temperature (RT), respiratory rate (RR), heart rate (HR) and panting score (SP). Thermographic images were obtained by an infrared camera (FLIR T300 ® System), which collected the temperatures of the regions on the right and left side, eye, lateral view of the right udder, posterior view of the udder and right front leg in posterior. The Holstein cattle were less tolerant to heat stress than Girolando (1/2 and 3/4 Holstein) because these animals had difficulties in dissipating heat due to the larger body size, as well as thicker and longer coats. The correlations between physical characteristics, physiological parameters and thermographic measures were inconsistent between genetic groups are therefore not predictive of heat tolerance, while the regressions of morphometric characteristics on physiological and thermographic were not significant. Thus physical characteristics were not good at predicting the physiological indices or thermographic temperatures and therefore should not be used as measures of heat tolerance in dairy cattle.

Keywords: Tolerance, Thermography, coat and cow.

²Master of Science Dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil, (50 p). March, 2014.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	10
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 A importância do clima na produção animal	13
2.2 Conforto térmico	13
2.3 Estresse térmico	14
2.4 Fatores ambientais	15
2.5 Características físicas e o estresse térmico por calor.....	16
2.6 Parâmetros fisiológicos.....	17
2.7 Termografia Infravermelha	18
3. HIPÓTESE E OBJETIVO.....	20
HIPÓTESE	20
OBJETIVOS	20
CAPÍTULO II	21
Introdução.....	23
Material e Métodos	25
Resultados.....	29
Discussões	36
Conclusões.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
CAPÍTULO III	43
3.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
3.2 VITA.....	50

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1. Escore de ofegação em bovinos.**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 2. Médias dos parâmetros fisiológicos dos animais durante o experimento.**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 3. Análise de variância Multivariada (MANOVA) das características físicas dos diferentes grupos genéticos de bovinos leiteiros.**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 4. Correlações entre as características físicas e os parâmetros fisiológicos e as temperaturas aferidas com o termógrafo infravermelho no turno da tarde.....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 5. Análise discriminante das características físicas dos diferentes grupos genéticos Girolando $\frac{1}{2}$ Holandês, Girolando $\frac{3}{4}$ Holandês e Holandês.....**Erro! Indicador não definido.**

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1 - Análise canônica das características físicas dos diferentes grupos genéticos de bovinos leiteiros.**Erro! Indicador não definido.**

Figura 2. Plano ortogonal dos fatores principais para as características físicas, parâmetros fisiológicos e temperaturas aferidas com o termógrafo infravermelho dos diferentes grupos genéticos de bovinos leiteiros no período da manhã (2a) e da tarde (2b).....**Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

Ccorpo: comprimento do corpo;
Cdorso: comprimento do dorso;
Cernelha: altura da cernelha;
cm: centímetros;
Cpm: comprimento médios dos pelos.
Edpele: espessura da pele no dorso;
Eepele: espessura da pele na escápula;
Efpele: espessura da pele no flanco;
Edpela: espessura do pelame no dorso;
Eepela: espessura do pelame na escápula;
Efpela: espessura do pelame no flanco;
EO: escore de ofegação;
FC: frequência cardíaca;
FR: frequência respiratória;
Ladod: temperatura aferida no lado direito;
Ladoe: temperatura aferida no lado esquerdo;
MG: Minas Gerais;
mL: mililitros;
mov/min: movimentos por minuto;
Np: número de pelos;
Olho: temperatura aferida no olho;
Pata: temperatura aferida na pata;
Pertor: perímetro torácico;
SAS®: Statistical Analysis System;
TR: temperatura retal;
TI: termografia infravermelha;
Uberelat: temperatura aferida no úbere visão lateral;
Uberetras: temperatura aferida no úbere visão traseira
UR: umidade relativa do ar;

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO GERAL

Segundo a classificação de Köppen, dois terços do território brasileiro pertencem à região tropical, onde o clima é Bsh, isto é, apresenta temperaturas elevadas, alta incidência de radiação solar, elevadas taxas de evaporação, com baixa umidade e estações secas e chuvosas (Ferreira et al., 2009).

O número de pesquisas interessadas no bem-estar animal tem se intensificado nos últimos anos, na tentativa de minimizar as perdas econômicas ocasionadas pelas alterações meteorológicas e seus efeitos sobre a produção animal (Molento, 2005). Dentre as variáveis climáticas, a elevada temperatura ambiental, a umidade do ar e a radiação solar direta são os principais responsáveis pelo desconforto fisiológico que leva os animais a adotarem medidas fisiológicas e comportamentais para manter a homeotermia, e que, na maioria das vezes, culmina na redução do desempenho produtivo (Souza et al., 2010).

De acordo com Leme et al. (2005), a produção de bovinos em ambiente confortável que proporcione o bem-estar aos animais pode refletir diretamente na melhoria de seus desempenhos produtivos. Devido a isso, minimizar os efeitos prejudiciais do clima sobre os animais em países de clima tropical e subtropical tem sido uma constante preocupação dos produtores, visando amenizar a ação danosa das variáveis climáticas consideradas responsáveis pelo estresse térmico por calor.

A bovinocultura leiteira, mesmo sob condições climáticas desfavoráveis, tem grande relevância no clima semiárido e tropical, por ser uma atividade econômica rentável, gerando emprego e renda para as populações rurais e suprimindo as necessidades da população, ao oferecer alimentos como o leite e seus derivados (Rodrigues et al., 2010).

Segundo Scarpellini & Bicego (2010), animais homeotérmicos possuem mecanismos termorreguladores autonômicos que permitem ao organismo evitar variações em sua temperatura corporal, mesmo que a temperatura ambiente sofra grandes alterações.

Quando ocorre dificuldade na dissipação de calor através do corpo dos animais, há aumento na temperatura retal, fazendo com que o animal fique em estresse devido ao calor e, conseqüentemente diminui a sua produtividade. A temperatura retal, frequência respiratória e o nível de sudação cumprem importante papel na termorregulação dos animais (Nóbrega et al., 2011). Os animais dissipam o calor sensível para o ambiente por meio da pele, por radiação, condução ou convecção, quando as temperaturas estão mais amenas.

Há alguns fatores envolvidos na determinação do conforto térmico animal, sendo esses: o ambiente (temperaturas do ar e radiante, radiação solar, umidade relativa do ar e pressão atmosférica); a capa externa do animal (espessura, estrutura isolamento térmico, penetração do vento, ventilação, emissividade, absorvidade e refletividade) e as características corporais (forma corporal, tamanho, área de superfície, área exposta à radiação solar, emissividade e absorvidade da epiderme) (Silva, 2000).

O papel termorregulador do pelame pode ser dividido em dois processos: proteção contra o aumento da absorção da radiação solar e a dissipação do excesso de calor da superfície animal. Isso porque a perda de calor por evaporação em bovinos ocorre principalmente na epiderme, respondendo por, aproximadamente, 80% da perda total (Ligeiro et al., 2006). Segundo Silva (1999), um animal mais adequado para ser criado em ambiente aberto nas regiões tropicais deve apresentar um pelame claro com pelos curtos, grossos, medulados e bem assentados, sobre uma epiderme altamente pigmentada. Essas características favorecem tanto a convecção como a evaporação na superfície cutânea, ao passo que altos níveis de melanina na epiderme protegem contra a radiação ultravioleta.

O conhecimento dos animais, quanto à capacidade de enfrentar as variações climáticas, poderá subsidiar tentativas para estabelecer critérios de seleção dos animais mais aptos a ambientes específicos (Bianchini et al., 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar quais as características físicas estão associadas à tolerância ao calor em diferentes grupos genéticos de bovinos leiteiros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A importância do clima na produção animal

O Brasil é um produtor mundial de leite importante, com produção crescente e contínua. A cadeia produtiva do leite é uma das mais importantes do complexo agroindustrial brasileiro, pois cresce a uma taxa anual de 5% ao ano, superior à de todos os países que ocupam os primeiros lugares, como os Estados Unidos e a Índia (FAO, 2010).

Segundo Leme et al. (2005), criar animais em ambientes que proporcionem bem-estar pode refletir diretamente na melhoria do seu desempenho produtivo. Por isso, minimizar efeitos prejudiciais do clima sobre os animais em países de clima tropical e subtropical tem sido uma constante preocupação dos produtores, visando amenizar a ação danosa das variáveis meteorológicas consideradas responsáveis pelo estresse térmico.

O clima é o principal fator que atua de forma direta, interferindo sobre a vida dos animais, que buscam constantemente adaptar-se às condições ambientais (Nascimento, 2013). Portanto, a capacidade dos animais em se adaptar a um determinado ambiente depende de um conjunto de ajustes fisiológicos (Silva et al., 2005).

De forma geral, os animais procuram ambientes mais confortáveis, a fim de favorecer o seu bem-estar. Assim, cabe ao homem auxiliar os animais, proporcionando-lhes um ambiente adequado (Baccari Jr., 2001).

2.2 Conforto térmico

O ambiente em que os animais estão submetidos pode ser classificado pelos índices bioclimáticos, que tem por objetivo expressar o conforto que o animal possui em determinadas condições. Isso depende de fatores como umidade relativa, intensidade do vento, precipitações, radiação térmica e pelas superfícies de contato (Ferreira, 2005).

Existe uma faixa de condição ambiental denominada zona de conforto térmico ou zona termoneutra, na qual os animais apresentam os melhores resultados com o menor gasto energético e esforço mínimo dos mecanismos termorreguladores, possibilitando melhor conversão alimentar, rápido crescimento corporal e menor mortalidade, podendo variar em função da sua constituição genética, idade, sexo, peso, dieta e aclimação (Tinoco, 1998). Do ponto de vista de produção, este aspecto se reveste de muita importância, pelo fato de, dentro desses limites, os nutrientes ingeridos pelos animais serem utilizados principalmente para seu crescimento e desenvolvimento (Baêta & Souza, 2010).

Fatores envolvidos na determinação do conforto térmico são: o ambiente (temperaturas do ar e radiante, radiação solar, umidade do ar e pressão atmosférica); a capa externa do animal (espessura, estrutura, isolamento térmico, penetração pelo vento, ventilação, emissividade, absorvidade e refletividade) e as características corporais (forma corporal, tamanho, área de superfície, área exposta à radiação solar, emissividade e absorvidade da epiderme) (Silva, 2000).

Existe grande variação na literatura sobre os valores das temperaturas crítica superior (TCS) e inferior (TCI), que delimitam a faixa de termoneutralidade, pois o conforto térmico também depende da umidade relativa do ar, adaptação do animal ao ambiente e nível metabólico (Nascimento, 2013).

A zona de conforto térmico para bovinos depende de vários fatores, como raça, idade, sexo e do grau de tolerância ao calor, que pode estar ligado às características corporais e aos fatores genéticos (Bianchini et al., 2006). As respostas dos bovinos à temperatura acima da zona de neutralidade são variadas ou incluem: mudanças nos aspectos comportamentais (busca por sombra, relutância em levantar-se), aumento da frequência respiratória, aumento da frequência cardíaca, sialorréia, aumento da sudorese, aumento da ingestão de água, diminuição da circulação de sangue nos órgãos internos, diminuição da ruminação e da taxa de passagem, diminuição da ingestão de matéria seca (MS), diminuição do desempenho reprodutiva, aumento da exigência e de energia de manutenção (Atrian & Sharyar, 2012).

A identificação das zonas de conforto térmico adequadas às diferentes espécies possibilita minimizar os danos fisiológicos causados aos animais e melhorar seu desempenho produtivo (Broom, 1986).

2.3 Estresse térmico

Meireles et al., (2005) relataram que o estresse é a soma dos mecanismos de defesa do organismo, em resposta a um estímulo provocado por um agente agressor ou estressor, externo ou interno, para manter a homeostase. Com a evolução da bovinocultura, surgiu uma série de problemas metabólicos e de manejo, destacando-se, entre eles, o estresse térmico por calor, que é caracterizado quando o calor gerado pelo organismo do animal, somado ao calor absorvido do ambiente, é maior que a sua capacidade de dissipá-lo (Façanha et al., 2010).

O estresse térmico é um dos fatores de maior impacto econômico na eficiência do rebanho, tendo efeitos negativos tanto na produção quanto na reprodução de vacas leiteiras. De acordo com Bilby et al. (2009), o estresse térmico por calor afeta negativamente a produção leiteira, pois, além da diminuição da produção de leite, ocorrem perdas reprodutivas que causam um impacto significativo no potencial econômico das granjas produtoras de leite.

Nas condições tropicais, estes fatores ambientais geralmente não são compatíveis com a amplitude ideal de conforto térmico para eficiência ótima de desempenho dos animais (Pereira, 2005).

Dahl et al. (2010) destacaram que, além da temperatura ambiente, a umidade relativa do ar elevada também compromete a capacidade da vaca na dissipação do calor para o ambiente, o que influencia diretamente na diminuição da sua produção.

Segundo Ferreira (2005), o estresse térmico por calor promove alterações na homeostase e tem sido quantificado mediante mensuração de variáveis fisiológicas, como temperatura retal e frequência respiratória. O primeiro mecanismo acionado para perda de calor é a vasodilatação, o

segundo a sudorese e, em seguida, a respiração, sendo o aumento na frequência respiratória (FR) o primeiro sinal visível. O aumento ou a diminuição da FR depende da intensidade e duração do estresse a que os animais estão submetidos (Martello et al., 2004).

Vacas em lactação expostas a altas temperaturas ambientais, associadas à alta umidade relativa do ar e radiação solar, usualmente respondem com redução na produção leiteira, menor ingestão de alimentos e diminuição no desempenho reprodutivo (Wheelock et al., 2010). Além disso, presume-se que animais em estresse térmico por calor têm sua exigência de manutenção aumentada, devido a um aumento na energia necessária para a perda de calor através de suor e respiração.

2.4 Fatores ambientais

O ambiente térmico normalmente engloba os efeitos da radiação solar, temperatura de bulbo seco do ar, velocidade do ar, umidade relativa do ar e temperatura ambiente efetiva (Baeta e Souza, 1997), e os seus efeitos sobre os animais podem ser avaliados pelo comportamento e respostas fisiológicas. Passini et al. (2009) relataram que as condições ambientais, como a temperatura ambiente e umidade relativa do ar, são inter-relacionadas e seus efeitos combinados devem ser considerados quando se determina a influência do estresse térmico por calor sobre o desempenho dos animais.

A temperatura do ar é considerada o elemento climático mais influente sobre o ambiente físico do animal (McDowell, 1974). Dentro de ampla faixa de temperatura, podem ser definidas zonas térmicas que proporcionam maior ou menor conforto animal. É um elemento climático de grande importância e que tem efeito direto sobre os animais, promovendo alterações endócrinas, fisiológicas e comportamentais, tão logo aconteçam variações extremas nos seus valores (Silva, 2000).

Informações sobre o comportamento diário e anual desta variável climática permitem avaliar melhor seu efeito sobre a produção animal, visando a homeotermia (Rocha, 2008).

A velocidade do vento influencia positivamente na condição de conforto dos animais, ajudando na manutenção da homeostase. Quando o animal está ao ar livre, a resistência térmica do pelame diminui com o aumento da velocidade do vento e a convecção forçada se torna mais importante para a transferência de calor através da capa (Leitão et al., 2013).

No ambiente em que a temperatura encontra-se muito elevada, tanto o excesso como a carência de umidade serão prejudiciais. Se o ambiente é quente e muito seco a evaporação é rápida, podendo causar irritação cutânea e desidratação geral; no caso de o ambiente ser quente e demasiadamente úmido, a evaporação torna-se muito lenta ou nula, reduzindo a termólise e aumentando a carga de calor do animal. Isso ocorre, principalmente, porque, em condições de alta temperatura, a termólise por convecção é prejudicada (Starling et al., 2002).

A umidade relativa ideal para criação de animais domésticos situa-se entre 50 e 70% (Sampaio et al., 2004).

A elevada incidência da radiação solar certamente é o fator climático decisivo para que ocorram modificações nas propriedades físicas do pelame (Maia et al., 2003). A carga térmica radiante está intimamente ligada às trocas térmicas por radiação entre animal e ambiente, o que, segundo Silva (2008), em muitos casos, faz a diferença entre um ambiente tolerável e outro insuportável.

Cada grupo genético reage diferentemente a exposições frequentes à radiação solar, às mudanças drásticas de temperatura, dentre outros fatores ambientais, alterando o seu comportamento e a sua produtividade, além de sofrerem mudanças em vários parâmetros fisiológicos (Roberto, 2010).

À medida que a carga de radiação térmica aumenta, há um aumento significativo na frequência respiratória dos animais (Souza Jr. et al., 2008). Müller (1982) acrescenta, ainda, que a carga de energia radiante incidente no animal, em regiões tropicais, pode ser três vezes maior que o total de calor endógeno produzido pelo próprio animal.

Para amenizar os efeitos do estresse térmico por calor, os animais de origem europeia ativam as respostas comportamentais, com o aumento da procura por sombra durante as horas mais quentes do dia, de maneira a evitar os efeitos da ação da radiação solar.

2.5 Características físicas e o estresse térmico por calor

A avaliação das características fenotípicas é bastante utilizada na seleção, formação e escolha das raças, com base na observação e mensuração de todo o animal. Por meio das medidas morfométricas, é possível determinar a caracterização padrão racial e gerar dados para implantar futuros programas de melhoramento genético animal (Mariz, 2010).

Dúvidas são frequentes quanto ao tamanho corporal dos animais, se ele interage de forma eficiente com o novo ambiente e se esta interação resulta em níveis de produção aceitáveis, com mínima alteração no ambiente de produção (Costa Junior et al., 2006). Silva (2000) afirma que alguns fatores envolvidos na determinação do conforto térmico são: o ambiente (temperatura do ar, temperatura radiante, radiação solar, umidade do ar e pressão atmosférica) e as características corporais (forma corporal, tamanho, área de superfície, área exposta à radiação solar, emissividade e absorvidade da epiderme). As características morfológicas a serem selecionadas para raças criadas em clima quente devem incluir maior área de superfície corporal, proporcionando maior relação com o peso vivo (Habeeb et al., 1992).

A capa externa do organismo constituída de pelame, ou velo, nos mamíferos, e de penas e penugem nas aves, assume fundamental importância para as trocas térmicas, de modo a influenciar profundamente no seu balanço térmico (Silva, 2008). Gebremedhim (1985) concluiu que as propriedades das pelagens e pele que afetam as trocas de energia incluem cor, densidade, comprimento, diâmetro, profundidade, transmissividade e absorção do calor. As características estruturais do pelame poderiam ser utilizadas para a seleção de animais resistentes ao calor.

Bianchini et al. (2006), mediante análise de animais naturalizados brasileiros, visualizaram que, quanto menor o número de pelos por unidade de área, mais facilmente o vento penetra na capa de pelos e remove o ar aprisionado, o que favorece a transferência térmica. Gray et al. (2011) evidenciaram que vacas com pelos densos em ambientes quente e úmido apresentaram maior risco de estresse térmico por calor e desidratação, como observado em regiões de climas subtropicais nos Estados Unidos. Segundo Silva (2000), esses animais possuem pelo mais curto, sendo uma característica de adaptação dos animais às regiões tropicais, onde há temperaturas mais elevadas, sendo que o pelo curto contribui para a perda de calor.

A pele dos animais, como maior órgão do corpo, em extensão, representa uma barreira natural entre o organismo e o meio externo. Sua principal função é proteger os animais contra os agentes físicos, químicos e microbiológicos (Silva et al., 2010). A perda de calor pela evaporação cutânea pode ser interferida por vários fatores, como a espessura da pele e o comprimento e densidade dos pelos (Silva & Starling, 2003). Propriedades da pele e dos pelos dos animais *Bos indicus* explicam muito da sua tolerância ao calor (Pires & Campos, 2008). Essas propriedades incluem número, distribuição e diâmetro das glândulas sudoríparas, espessura da capa de pelos, diâmetro, comprimento, pigmentação e inclinação dos pelos, espessura e pigmentação da pele. A manutenção da temperatura corporal, através das trocas de calor para o ambiente, tem o auxílio da pele, sendo que, em temperaturas mais amenas, o calor é dissipado para o ambiente na forma de calor sensível. Quando o animal está em estresse térmico por calor, o principal processo de perda de calor é o da evaporação (Perissinotto et al., 2006).

2.6 Parâmetros fisiológicos

O conhecimento da interação entre os animais e o ambiente é fundamental para a tomada de decisões quanto a estratégias de manejo a serem utilizadas para maximizar as respostas produtivas. Dessa forma, o entendimento das variações diárias e sazonais das respostas fisiológicas permite a adoção de ajustes que promovam maior conforto aos animais (Ferreira et al., 2009).

Segundo Conceição (2008), os efeitos do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas de bovinos leiteiros, como a frequência respiratória, temperatura retal e temperatura de superfície da pele, têm sido bastante estudados, principalmente para animais em lactação, como uma forma de caracterizar situações de estresse.

A frequência cardíaca é influenciada pela espécie, raça, idade, trabalho muscular e temperatura ambiente e é determinada pela frequência dos estímulos gerados no próprio coração, sob influências nervosas e humorais (Kolb, 1980). Para bovinos adultos, os valores normais da frequência cardíaca situam-se entre 60 e 70 batimentos por minutos. A frequência cardíaca dos animais domésticos apresenta grande variação sob diferentes testes de tolerância térmica e entre diferentes grupos genéticos (Singh & Bhattacharyya, 1990). A ingestão de grande quantidade de alimento causa um aumento

considerável na frequência cardíaca, e a ruminação altera a frequência cardíaca em até 3 % (Rossarrola, 2007).

O primeiro mecanismo acionado para perda de calor é a vasodilatação, o segundo é a sudorese e o próximo é a respiração, sendo o aumento na frequência respiratória (FR) o primeiro sinal visível (Da Cruz et al., 2011). O aumento ou a diminuição da FR depende da intensidade e duração do estresse a que os animais estão submetidos (Martello, 2006). A frequência respiratória é determinada pela frequência de contração dos músculos respiratórios, sendo considerada o primeiro sinal visível de que os animais estão submetidos ao estresse térmico. O aumento e a diminuição da frequência depende da intensidade e duração do estresse a que os animais estão acometidos.

Berman et al. (1985) encontraram frequências respiratórias de 50 a 60 movimentos por minuto, quando a temperatura ambiente ultrapassou 25°C em condições subtropicais. Para Silanikove (2000), valores de FR de 40 a 60, 60 a 80 e 80 a 120 movimentos por minuto caracterizam, respectivamente, um baixo, médio e alto estresse para ruminantes, e, acima de 200 mov/min, o estresse é classificado como severo.

A temperatura retal (TR) é usada, frequentemente, como índice de adaptação fisiológica ao ambiente quente, pois seu aumento indica que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes para manter a homeotermia. O limite de variação normal da TR de bovinos adultos é de 38,0 a 39,3°C, segundo Dukes (1996). Dikmen e Hansen (2009) utilizaram dados ambientais e de TR oriundos de três fazendas leiteiras nos EUA (1.280 vacas em lactação), mantidas em *free stall* climatizado (ventilação e nebulização). Os autores encontraram como valor crítico superior a temperatura de bulbo seco de 31,4 °C, associada com temperatura retal de 39,5 °C.

2.7 Termografia Infravermelha

Um dos principais fundamentos da termografia é a lei de Stefan-Boltzmann, ou seja, que todos os objetos emitem energia eletromagnética proporcional à sua temperatura, por condução, convecção e radiação (Polat et al., 2010). Assim, a termografia caracteriza-se por ser um método de diagnóstico não invasivo capaz de medir energia eletromagnética emitida por onda da radiação infravermelha (três a doze micrômetros) (Schaefer et al., 2004).

O uso de novas tecnologias, como a Termografia de Infravermelho, surge como alternativa para precisar o impacto dos fatores ambientais na produção animal, promovendo a saúde e o bem estar animal (Roberto, 2012). A termografia tem se revelado cada vez mais útil e com maior aplicabilidade biológica no campo da produção animal e ambiência (Stewart et al., 2005). Uma grande vantagem deste método é o fato de que ele não exige contato físico direto com a superfície monitorada, permitindo a avaliação da temperatura dos animais em seu ambiente natural e fornecendo informações sobre o seu estado térmico, sem a necessidade de procedimentos invasivos e estressantes, como a captura e contenção.

Montanholi et al. (2011) mostraram que as imagens termográficas são capazes de avaliar alterações fisiológicas através da variação da temperatura da pele dos bovinos.

3. HIPÓTESE E OBJETIVO

HIPÓTESE

- As características físicas influenciam na tolerância a calor de bovinos leiteiros submetidos ao estresse térmico.

OBJETIVOS

- Avaliar quais as características físicas são associadas à tolerância ao calor em diferentes grupos genéticos de bovinos leiteiros.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar o efeito das características da pele, pelame e tamanho dos bovinos da raça Holandesa e Girolando sobre a resposta ao estresse por calor.
- Verificar a possibilidade de utilizar as características físicas para prever a resposta fisiológica dos animais.

CAPÍTULO II

Atributos físicos de bovinos leiteiros de diferentes grupos genéticos submetidos ao estresse térmico

ATRIBUTOS FÍSICOS DE BOVINOS LEITEIROS DE DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS SUBMETIDOS AO ESTRESSE TÉRMICO POR CALOR

EVELYN PRISCILA MÜNCHEN ALFONZO^a, MARCOS VINICIUS GUALBERTO BARBOSA DA SILVA^{ab}, DARLENE DOS SANTOS DALTRO^a, GIOVANI KOLLING^a, MARCELO TEMPEL STUMPF^a, VANESSA CALDERARO DALCIN^a, VIVIAN FISCHER^a, CONCEPTA MARGARET MCMANUS^{ab}

^a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

^b Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

^c Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, Brasil.

Resumo

Bovinos leiteiros criados em condições adversas têm de se adaptar e evitar que ocorra estresse térmico por calor. O objetivo desse trabalho foi avaliar quais as características físicas são associadas à tolerância ao calor em diferentes grupos genéticos de bovinos leiteiros. Foram medidas a espessura da pele e pelame, comprimento e número de pelos, medidas corporais, mensuração de parâmetros fisiológicos e determinação das temperaturas corporais através da termografia infravermelha de 19 animais da raça Holandesa e 19 Girolando ($\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ Holandês). Os bovinos da raça Holandesa foram menos tolerantes ao estresse térmico por calor do que os animais Girolando ($\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ Holandês) pois apresentaram dificuldades para dissipar calor devido as maiores medidas corporais, maior espessura do pelame e maior comprimento dos pelos. As correlações entre as características físicas e os parâmetros fisiológicos e as medidas termográficas mostraram-se inconsistentes entre os grupos genéticos. Portanto, não são preditoras de tolerância ao calor, enquanto as regressões das características morfométricas sobre as fisiológicas e termográficas não foram significativas. Assim, as características físicas não foram boas em predizer os índices fisiológicos e as temperaturas termográficas, logo, não devem ser utilizadas.

Palavras chave: tolerância, termografia, pelame e vacas

Introdução

Nos anos mais recentes, o Brasil tem passado por alterações significativas em relação à produção de leite, resultado da realidade econômica mundial, cujo objetivo é aumentar a produtividade por meio do emprego de tecnologias modernas, mas também respeitar os princípios de sustentabilidade e bem-estar dos animais durante a produção. O objetivo deste novo modelo de produção é diminuir o estresse dos animais causado pelo ambiente de produção, o que é importante do ponto de vista fisiológico e econômico, priorizando a eficiência da produção (Lima et al., 2013).

Grande parte dos bovinos leiteiros criados em clima tropical sofrem com o estresse térmico por calor, devido à sua alta produtividade, sofrendo alterações fisiológicas e comportamentais provocadas pelo estresse térmico por calor, onde as altas temperaturas ambientais, umidade relativa do ar e radiação solar dificultam a dissipação de calor (Silva, 2002). Em vacas leiteiras, por exemplo, um dos maiores entraves é associar genótipos produtivos a animais adaptados ao calor, pois os animais mais adaptados tendem a diminuir o consumo de alimentos e a produção leiteira (Façanha-Morais et al., 2008).

Sendo assim, existem caminhos para o incremento da produção na região tropical: a utilização de genótipos mais produtivos, com o fornecimento de ambiente mais compatível, com os seus requerimentos e a utilização de animais adaptados, dos quais deve-se selecionar os mais produtivos (Façanha et al., 2013).

Bovinos da raça Holandesa expressam o pico do seu potencial genético quando as temperaturas do ambiente variam entre 5 e 18°. Porém, valores acima desta faixa são facilmente verificados na maioria das regiões do Brasil, durante boa parte do ano (Dikmen & Hansen, 2009). A temperatura do ar elevada, sobretudo quando associada à umidade elevada e intensa radiação solar, são responsáveis pela diminuição na produção de leite de vacas de média e alta produção (Baccari Jr., 2001).

Quando os animais estão fora de sua zona de termoneutralidade, as funções reprodutivas, parâmetros fisiológicos e desempenho produtivo são

afetados negativamente, contudo a zona de termoneutralidade varia em função do sexo, idade, raça, estado produtivo, entre outros (Tosetto et al., 2014). Para Nascimento et al. (2013), a zona de conforto térmico de bovinos leiteiros representa uma variação de temperatura ambiente de 10 a 20 °C, na qual a temperatura do corpo é constante e a homeotermia é mantida por trocas térmicas.

Como resposta ao estresse térmico por calor, os animais reagem com mudanças fisiológicas e comportamentais para tentar evitar a hipertermia. Em ambientes tropicais, o mecanismo fisiológico de termólise considerado mais eficaz é o evaporativo (Silva, 2000). Pode-se avaliar as respostas dos animais ao ambiente térmico por meio de observação de alguns parâmetros fisiológicos, como a temperatura retal (TR) e a frequência respiratória (FR) (Perissinotto et al., 2009).

Outra forma do organismo dos bovinos de prevenir o superaquecimento e elevação da temperatura corporal até níveis que poderiam comprometer a saúde dos animais sob estresse térmico por calor é a liberação de grandes quantidades de calor metabólico (Gebremedhim & Wu, 2002) e a regulação da temperatura é um dos processos essenciais executados pela pele, cuja função seria de gerar, absorver, transmitir, radiar, vaporizar e conduzir calor (Xu et al., 2007).

Várias características podem ser utilizadas para avaliar a adaptação dos animais ao calor, sendo as características físicas uma delas (Marai et al., 2007). Dentre as que mais interessam aos organismos nas regiões tropicais, destaca-se a capacidade de resistência à intensa radiação solar, qualidade muito importante para os animais em condições de pasto. Tal capacidade está diretamente relacionada à presença de uma capa externa de pelame apropriado (Silva, 2000).

Segundo Silva (1999), um animal mais adequado para ser criado a campo aberto em regiões tropicais deve apresentar um pelame claro com pelos curtos, grossos, medulados e bem assentados, sobre uma epiderme altamente pigmentada. Tais características favorecem tanto a convecção como a

evaporação na superfície cutânea, ao passo que altos níveis de melanina na epiderme protegem contra a radiação ultravioleta.

O uso de novas tecnologias, como a Termografia de Infravermelho, surge como alternativa para precisar o impacto dos fatores ambientais na produção animal, promovendo a saúde e o bem estar animal (Roberto, 2012) e vem assumindo, em nível experimental, papel cada vez mais relevante como método seguro, não invasivo e capaz de análise em diferentes áreas. A medida termográfica é um método que não exige contato físico direto com a superfície monitorada, que avalia a temperatura dos animais em seu ambiente natural, com o fornecimento de informações sobre o seu estado térmico, sem a necessidade de procedimentos invasivos e estressantes, como a captura e contenção. O objetivo deste trabalho foi determinar quais as características físicas são melhores preditoras do efeito do calor sobre os diferentes grupos genéticos de bovinos leiteiros.

Material e Métodos

O experimento, aprovado pelo Comitê de Ética na Utilização de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, número 22773/2012, foi realizado de 01 a 10 de março de 2013, no campo experimental José Henrique Bruschi, pertencente à Embrapa Gado de leite (CNPGL) localizada no município de Coronel Pacheco – MG. A estação possui uma área de 1.037 hectares, de topografia montanhosa, com declividade de aproximadamente 30%.

Foram utilizados trinta e oito animais, sendo dezenove da raça Holandesa (HO) e dezenove da raça Girolando. O grupo Girolando foi dividido em 50% HO (n=08) e 75% HO (n=11). As vacas puras (100% HO) estavam em média com 249 dias em lactação e produzindo 14,8 L/leite/dia. No grupo de vacas mestiças as médias eram 95 e 169 dias em lactação, 12,4 e 15,5 L/leite/dia para 50%HO e 75%HO, respectivamente.

A coleta dos dados nos animais foi realizada durante seis dias, sendo três dias para avaliação dos Holandeses e três para os Girolando. Estes

animais estavam alocados em dois diferentes sistemas de produção com distância entre eles de aproximadamente 3 km.

O gado Holandês ficava acondicionado durante a noite em sistema *free stall*, pela manhã eram levados para o piquete onde sob a incidência do sol e com disposição de água, durante a tarde eram levados para um curral de espera onde as 13:00 iniciava-se as medidas e então, levados para ordenha e retornavam para o sistema *free-stall*.

Os animais Girolando permaneciam sob sistema a pasto de Capim elefante (*Pennisetum purpureum*) durante o período noturno, posteriormente eram levados para um curral de espera onde as 13:00 iniciava-se as medidas e então eram levadas à ordenha da tarde e retornavam para os piquetes.

Foram medidas as características físicas, parâmetros fisiológicos e termográficos. As medidas das características físicas foram realizadas somente uma vez em cada animal e consistiam em: espessura da pele e pelame, contagem e comprimento dos pelos e medidas corporais.

A mensuração da espessura da pele e pelame foi realizada com auxílio de adipômetro graduado em décimos de milímetros, medidos na região da escápula (Eepele e eepelame), dorso (edpele e edpelame) e flanco (efpele e efpelame) dos animais;

Contagem de pelo: as amostras de pelos foram coletadas na região da parte superior central da escápula. Para essas amostras foi delimitada uma área de aproximadamente 1cm^2 e as coletas foram realizadas com auxílio de um alicate adaptado, de forma a arrancar todos os pelos da área previamente delimitada na superfície do animal. Os pelos coletados foram acondicionados em envelopes de papel alumínio e identificados para a posterior contagem total da mostra e mensuração dos pelos mais longos. A contagem dos pelos (np) foi realizada espalhando-se a amostra sobre uma folha de papel branco para os pelos de coloração escura, e em uma superfície negra para a contagem das amostras de pelos brancos, sendo esta realizada com o auxílio de pinças e agulhas de acordo com protocolo de Silva (2000).

Para a mensuração do comprimento das amostras de pelo (Cpm) foram selecionados dez pelos de cada amostra, procurando-se separar os mais

compridos, que foram medidos com uma régua. Posteriormente, foi calculada a média de comprimento dos pelos por animal de acordo com protocolo de Silva (2000).

As medidas corporais foram obtidas com auxílio de uma fita graduada em centímetros: Altura da cernelha (cernelha): medindo a distância entre o ponto mais alto da cernelha e o chão; Comprimento do corpo (Ccorpo): consistia na distância entre a base da cauda e a base do pescoço; Comprimento do dorso (Cdorso): medindo a distância entre a primeira vértebra dorsal e a última lombar; Perímetro torácico (peltor): foi obtido utilizando-se o perímetro obtido na parte posterior das espáduas junto às axilas.

Os parâmetros fisiológicos controlados foram temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), escore de ofegação (EO). A temperatura retal (TR) foi medida com auxílio de termômetro clínico veterinário inserido junto à parede do reto do animal, a uma profundidade de aproximadamente 5 cm. A frequência cardíaca (FC), expressa em número de batimentos por minuto, foi medida com auxílio de estetoscópio e cronômetro por um período de 30 segundos sendo o resultado multiplicado por dois para obtenção dessa variável em minutos. A frequência respiratória (FR), expressa em número de movimentos respiratórios por minuto, foi medida com auxílio de estetoscópio e cronômetro, mediante a auscultação dos movimentos respiratórios durante 30 segundos e multiplicado o valor obtido por dois para obtenção dessa variável em minutos.

O escore de ofegação (Tabela 1) foi atribuído no momento da coleta de dados fisiológicos conforme a metodologia sugerida por Mader et al. (2006).

Tabela 1. Escore de ofegação em bovinos.

Escore	Descrição
0	Respiração normal
1	Frequência respiratória levemente aumentada
2	e/ou presença de baba ou pequena quantidade de saliva
3	Saliva geralmente presente, ofegação forte com a boca aberta
4	Ofegação severa com a boca aberta, protrusão lingual, salivação excessiva, e geralmente, pescoço estendido

Fonte: Mader et al., 2006.

Para obtenção das imagens termográficas de diferentes regiões do corpo dos animais, utilizou-se uma câmera infravermelha (FLIR® System T300). Foram retiradas fotos nos períodos da coleta, totalizando seis fotos de cada animal por coleta. As imagens termográficas possibilitaram a coleta das temperaturas das regiões do lado direito (Ladod), lado esquerdo (Ladoe), olho direito (Olho), visão lateral do úbere direito (Uberelat) e posterior (Uberetras) e pata dianteira direita visão posterior (Pata). As medidas foram tomadas a aproximadamente 1,5m do animal. Posteriormente, utilizou-se o software QuickReport®/FLIR-Systems para a coleta e análise de dados das fotos termográficas. As imagens foram analisadas por área, selecionando sempre a mesma área da região corporal do animal e coletando a temperatura corporal máxima da área analisada.

O modelo matemático para a avaliação dos grupos genéticos em relação às características físicas:

$$Y_{ij} = \mu + \text{raca}_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = conjunto das variáveis dependentes;

raca_i = raça dos animais;

μ = média geral;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com o uso do programa SAS for Windows versão 9.3 (SAS Institute, Cary North Caroline, USA, 2002). As análises estatísticas incluíram a análise de variância (PROC GLM) para verificar as diferenças entre os grupos genéticos para as características morfométricas, a criação de um novo conjunto de dados contendo valores padronizados (PROC STANDARD), a seleção de variáveis para análise discriminante (PROC STEPDISC), para gerar coeficientes de correlação entre as características físicas e fisiológicas no turno da tarde quando os animais estavam sob estresse por calor (PROC CORR), análise de regressão para determinar o efeito das características morfométricas sobre os parâmetros fisiológicos e as temperaturas aferidas com o termógrafo infravermelho no turno da tarde onde os animais estavam sob estresse por

calor (PROC REG), análise discriminante para determinar quais características morfométricas diferem entre os grupos genéticos (PROC DISCRIM), análise canônica para o turno da manhã e tarde (PROC CANDISC) e análise de fatores principais para o turno da manhã e tarde (PROC FACTOR).

Resultados

As médias de frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura retal variaram significativamente ($P < 0,001$) dentro dos grupos genéticos entre os dias e turnos em que foram observados (Tabela 2). Dentro dos grupos genéticos ocorreram diferenças significativas entre os períodos da manhã e tarde dentro de cada dia, sendo que as tardes foram predominantemente mais quentes que as manhãs, fazendo com que ocorressem alterações nos parâmetros fisiológicos. Os animais da raça Holandesa obtiveram médias mais altas para todos os parâmetros fisiológicos tanto no período da manhã quanto da tarde, indicando que, em todas as aferições dos parâmetros fisiológicos, os animais se encontravam em estresse térmico por calor. Portanto as análises foram feitas de acordo com o turno.

Tabela 2. Médias dos parâmetros fisiológicos dos animais durante o experimento.

	Manhã			Tarde		
	Girolando ½ Hol.	Girolando ¾ Hol.	Holandês	Girolando ½ Hol.	Girolando ¾ Hol.	Holandês
TR	38,24 ^b	37,97 ^b	38,83 ^a	40,03 ^b	40,72 ^a	40,84 ^a
FR	35,50 ^c	44,66 ^b	50,66 ^a	77 ^b	107,60 ^a	111,36 ^a
FC	59,17 ^{ab}	62,26 ^a	56,84 ^b	69,16 ^b	89,46 ^a	99,22 ^a
EO	0 ^a	0 ^a	0 ^a	1,04 ^c	2,13 ^b	3,03 ^a

TR: Temperatura retal (°C), FR: frequência respiratória (mov/min), FC: frequência cardíaca (bat/min).

Em termos de medidas morfométricas, a análise de variância demonstrou que os animais Girolando ½ Holandês e Girolando ¾ Holandês diferiram estatisticamente dos animais da raça Holandês, pois apresentaram menores médias para as características físicas: medidas corporais, comprimento médio dos pelos e espessura do pelame. Somente a espessura da pele na escápula e o número de pelos foram menores para raça Holandesa (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância Multivariada (MANOVA) das características físicas dos diferentes grupos genéticos de bovinos leiteiros.

Características	Grupos genéticos		
	Girolando ½ Holandês	Girolando ¾ Holandês	Holandês
Cernelha	1,41 ^b	1,39 ^b	1,43 ^a
Ccorpo	1,73 ^b	1,74 ^b	1,87 ^a
Cdorso	0,95 ^b	0,94 ^b	1,17 ^a
Pertor	1,88 ^b	1,82 ^c	1,97 ^a
Eepele	0,92 ^a	0,89 ^a	0,69 ^b
Edpele	1,24 ^a	1,03 ^b	1,07 ^b
Efpele	1,49 ^a	1,14 ^b	1,06 ^b
Eepela	0,16 ^b	0,17 ^b	0,23 ^a
Edpela	0,23 ^b	0,24 ^b	0,33 ^a
Efpela	0,21 ^b	0,23 ^b	0,28 ^a
Np	519,38 ^a	501,20 ^a	327,47 ^b
Com	0,85 ^b	0,86 ^b	1,34 ^a

Cernelha= altura da cernelha; ccorpo= comprimento do corpo; cdorso= comprimento do dorso; pertor; perímetro torácico; eepele= espessura da pele na escápula; edpele= espessura da pele no dorso; efpele= espessura da pele no flanco; Eepela= espessura do pelame na escápula; Edpela= espessura do pelame no dorso; Efpela= espessura do pelame no flanco; np= número de pelos cpm= comprimento médio dos pelos;

Não foram encontradas equações de regressão significativas para o período da tarde, portanto as características físicas não foram boas em prever os parâmetros fisiológicos e as temperaturas aferidas com o termógrafo infravermelho para verificar se os bovinos leiteiros dos diferentes grupos genéticos eram tolerantes ao estresse térmico.

As características físicas tiveram correlações variando de baixas à moderadas com os parâmetros fisiológicos e as temperaturas aferidas com o termógrafo no período da tarde (Tabela 4). Verificou-se nos animais Girolando ½ Holandês, uma correlação média e negativa entre Cdorso e Ladod ($r = -0,43$) e correlação média e positiva entre Efpela e o parâmetro fisiológico FR ($r = 0,45$).

Para os animais Girolando ¾ Holandês, no turno da tarde houve correlação positiva e moderada entre Eepela e a temperatura do Uberelat ($r = 0,38$), Cpm em relação as temperaturas termográficas do Olho, Uberelat e

Uberetras ($r= 0,46, 0,38$ e $0,42$ respectivamente) e negativa e moderada entre Edpela e a temperatura do Uberetras e TR ($r= -0,41$ e $-0,44$, respectivamente).

Os animais da raça Holandesa tiveram correlações negativas e baixas entre Pertor, Edpele e Efpela em relação à temperatura da Pata ($r= -0,31, -0,31$ e $-0,30$, respectivamente), a característica física Np teve correlação negativa e moderada com os parâmetros fisiológicos FR e FC e Edpele obteve correlação com FR. O comprimento médio dos pelos apresentou correlação positiva, mas moderada com a temperatura aferida no Uberelat ($r=0,34$).

Em geral essas correlações foram inconsistentes entre os diferentes grupos genéticos, por exemplo, as correlações entre Ladoe e cernelha variaram $0,07$ a $0,38$, já Pata e Pertor as correlações variaram de $-0,31$ a $0,07$ e Pertor com FR variaram de $0,25$ a $0,42$, portanto não são boas preditoras de desempenho.

Tabela 4. Correlações entre as características físicas e os parâmetros fisiológicos e as temperaturas aferidas com o termógrafo infravermelho no turno da tarde.

Girolando ½ Holandês											
	Olho	Ladoe	Ladod	Uberelat	Uberetras	Pata	TR	FR	FC	EO	
Cernelha	-0,15	-0,38	-0,09	-0,05	0,06	-0,02	-0,01	-0,28	-0,28	-0,36	
Ccorpo	0,22	-0,03	0,03	0,03	0,26	-0,03	0,11	0,06	0,16	0,03	
Cdorso	-0,24	-0,43*	-0,13	-0,21	-0,19	-0,32	-0,32	-0,08	-0,10	-0,20	
Pertor	-0,29	-0,40	-0,15	-0,24	0,04	-0,07	-0,06	-0,25	-0,19	-0,22	
Eepele	0,17	-0,04	0,09	0,23	0,08	-0,02	0,06	0,10	0,08	0,03	
Edpele	-0,05	-0,06	0,15	0,06	-0,05	-0,05	-0,01	-0,04	-0,11	-0,18	
Efpele	-0,14	-0,35	0,19	-0,11	0,04	-0,28	-0,06	0,01	-0,04	-0,23	
Eepela	-0,30	-0,18	0,01	-0,26	-0,21	-0,25	-0,18	0,10	-0,25	-0,00	
Edpela	0,05	-0,19	0,03	0,01	0,01	-0,27	-0,00	0,35	0,08	0,05	
Efpela	0,23	-0,00	0,11	0,06	0,01	-0,27	-0,00	0,45*	0,23	0,16	
Np	0,17	0,65	0,30	-0,01	0,12	0,26	0,29	0,18	0,16	0,24	
Cpm	-0,38	-0,09	-0,01	-0,15	-0,26	-0,02	-0,17	-0,15	-0,15	-0,06	
Girolando 3/4 Holandês											
	Olho	Ladoe	Ladod	Uberelat	Uberetras	Pata	TR	FR	FC	EO	
Cernelha	0,22	0,23	0,16	0,14	0,31	0,00	0,20	-0,02	0,03	0,05	
Ccorpo	-0,10	-0,01	-0,14	-0,14	0,03	-0,03	0,04	0,03	0,16	0,15	
Cdorso	-0,06	0,15	0,12	-0,14	-0,01	0,00	-0,05	0,21	0,04	0,28	
Pertor	0,07	0,16	0,07	-0,10	0,08	-0,00	-0,60	0,42	0,05	0,06	
Eepele	0,17	0,06	0,00	0,09	0,27	0,20	0,28	-0,11	0,31	0,00	
Edpele	0,19	0,11	0,12	0,06	0,01	0,01	-0,07	-0,07	-0,22	-0,28	
Efpele	-0,02	0,02	0,00	0,03	-0,06	0,01	-0,02	0,19	-0,18	0,04	
Eepela	0,16	-0,02	0,05	0,38*	-0,25	0,03	0,27	0,02	-0,02	0,04	
Edpela	-0,17	-0,12	-0,16	-0,32	-0,41*	-0,29	-0,44*	-0,30	-0,21	-0,27	
Efpela	0,25	0,09	0,13	0,14	0,14	0,07	0,05	-0,15	0,00	-0,29	
Np	-0,06	-0,12	-0,07	0,05	-0,07	0,14	0,00	0,18	0,13	0,04	
Cpm	0,46**	0,27	0,31	0,38**	0,42**	0,15	0,26	-0,05	-0,007	0,10	
Holandês											
	Olho	Ladoe	Ladod	Uberelat	Uberetras	Pata	TR	FR	FC	EO	
Cernelha	-0,11	0,07	-0,03	-0,02	-0,01	0,08	0,02	0,08	0,19	0,10	
Ccorpo	0,21	0,19	0,06	0,17	0,13	-0,07	0,17	-0,04	-0,06	0,15	
Cdorso	-0,17	-0,05	-0,08	-0,07	-0,10	-0,12	0,06	0,20	0,26	0,08	
Pertor	-0,05	0,09	-0,00	-0,21	-0,28	-0,31*	-0,00	-0,09	0,00	-0,03	
Eepele	-0,09	0,03	0,02	0,24	0,08	0,10	0,14	0,15	0,06	0,04	
Edpele	0,07	0,04	0,19	-0,09	-0,08	-0,31*	-0,15	-0,33*	0,24	-0,16	
Efpele	-0,02	-0,13	0,04	-0,12	-0,14	-0,16	-0,03	0,08	0,12	-0,08	
Eepela	0,23	0,15	-0,13	0,24	0,32	0,07	-0,00	0,00	-0,07	0,11	
Edpela	0,06	0,02	0,15	0,11	-0,15	-0,03	0,06	0,16	0,06	0,08	
Efpela	0,03	-0,17	0,02	-0,27	0,22	-0,30*	-0,13	-0,23	-0,12	-0,16	
Np	0,07	0,21	-0,17	-0,04	-0,12	-0,06	-0,23	-0,31*	-0,31*	-0,23	
Cpm	-0,03	0,02	0,04	0,34**	0,08	0,04	-0,00	0,12	0,11	0,11	

eepele= espessura da pele na escápula; edpele= espessura da pele no dorso; efpele= espessura da pele no flanco; Eepela= espessura do pelame na escápula; Edpela= espessura do pelame no dorso; Efpela= espessura do pelame no flanco; np= número de pelos cpm= comprimento médio dos pelos Olho= temperatura do olho; Ladoe= temperatura do lado esquerdo do animal; Ladod= temperatura do lado direito do animal; Uberelat= temperatura da visão lateral do úbere; Uberetras= temperatura da visão traseira do úbere; Pata= temperatura da pata dianteira com visão traseira; FC= frequência cardíaca; FR= frequência respiratória; TR= Temperatura retal; EO= escore de ofegação.

Sete características físicas diferenciaram os grupos genéticos estudados devido à alta significância do teste estatístico multivariado aplicado. O Pertor apresentou maior valor para R² parcial, sendo altamente significativa para o Teste F, podendo ser considerada a variável com maior importância na diferenciação dos grupos genéticos utilizados. A altura da

cernelha, também foi altamente significativa, porém com um valor de R^2 parcial 0,224. As demais características físicas foram consideradas discriminantes, pois apresentaram valores significativos, porém com um baixo R^2 parcial para o Teste F (Tabela 5).

Tabela 5. Análise discriminante das características físicas dos diferentes grupos genéticos Girolando $\frac{1}{2}$ Holandês, Girolando $\frac{3}{4}$ Holandês e Holandês.

Ordem	Variáveis	R^2	Pr > F	Pr > QMCC
1	Pertor	0,997	<0,0001	<0,0001
2	Cernelha	0,224	<0,0001	<0,0001
3	Efpele	0,15	0,0002	<0,0001
4	Eepele	0,13	0,0007	<0,0001
5	Ccorpo	0,065	0,0305	<0,0001
6	Np	0,086	0,0001	<0,0001
7	Cpm	0,065	0,0317	<0,0001

Cernelha= altura da cernelha; ccorpo= comprimento do corpo; cdorso= comprimento do dorso; pertor; perímetro torácico; eepele= espessura da pele na escápula; edpele= espessura da pele no dorso; efpele= espessura da pele no flanco; Eepela= espessura do pelame na escápula; Edpela= espessura do pelame no dorso; Efpela= espessura do pelame no flanco; np= número de pelos cpm= comprimento médio dos pelos;

A análise canônica (Figura 1) mostrou que a primeira variável canônica separou os animais puros dos mestiços, enquanto que a segunda separou os animais Girolando $\frac{1}{2}$ Holandês dos Girolando $\frac{3}{4}$ Holandês. Através da distribuição canônica dos grupos formados, as medidas corporais (cernelha, ccorpo, cdorso e pertor), a espessura do pelame e o comprimento médio dos pelos estão associados aos animais da raça Holandesa, enquanto que a espessura da pele (eepele, edpele e efpele) e o número de pelos estão associados aos animais Girolando ($\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ Holandês).

Em relação à correlação canônica 1, as características físicas são diferentes entre os animais puros e com os diferentes graus de sangue. Na correlação canônica 2, existe diferença entre os animais mestiços, porém não com grande magnitude em relação aos animais puros.

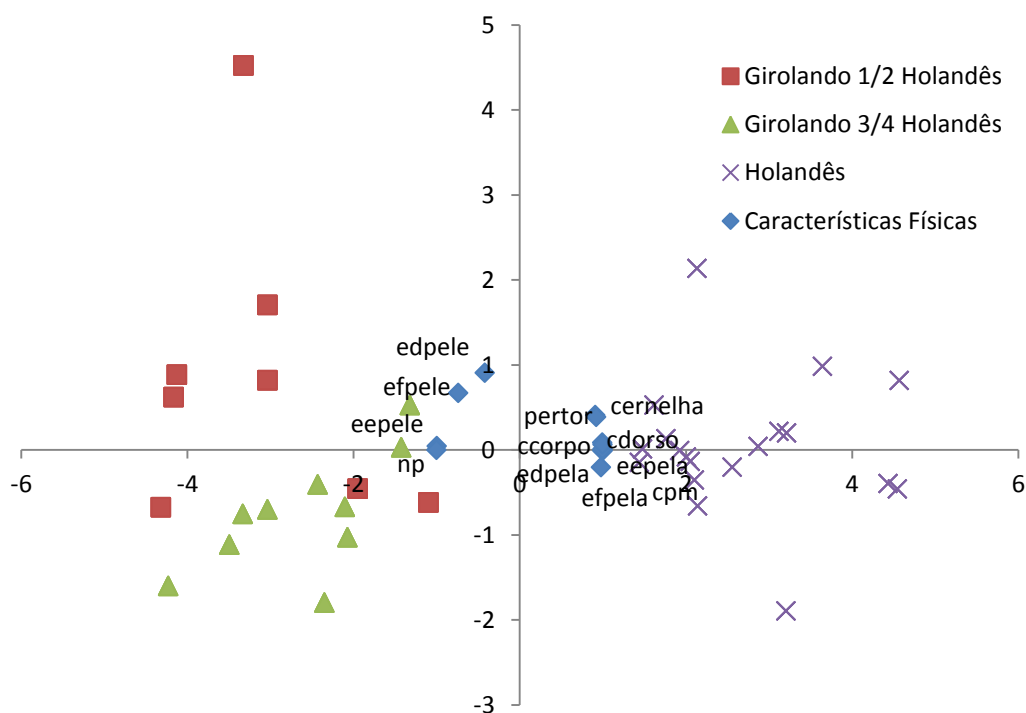


Figura 1. Análise canônica das características físicas dos diferentes grupos genéticos de bovinos leiteiros.

O resultado da análise dos fatores principais no período da manhã (Figura 2a) para as características físicas em relação aos parâmetros termográficos e temperaturas medidas com o termógrafo explicam 38% do total de variação entre as características. O primeiro fator principal relacionou as características físicas (Cdorso, Pertor, Edpela e Ccorpo), parâmetros fisiológicos (TR e FR) e a temperatura do Uberelat, sendo que essas medidas variam conforme o grupo genético. O segundo fator relacionou-se principalmente as características físicas (Efpele, Edpele e Efpela).

No período da tarde (Figura 2b) os dois fatores principais explicam 48,00% do total da variação entre as características. O primeiro fator principal relacionou os parâmetros fisiológicos, às medidas termográficas (Uberetras e Uberelat) e as características físicas (Cdorso, Pertor, Cernelha). Verificou-se maiores pesos para as variáveis Pertor, Cernelha, uberelat, uberetras e os parâmetros fisiológicos. O segundo fator principal correspondeu às características físicas (Edpele, Efpela, Eepele, Np)

e medida termográfica Ladod. O grupo genético possivelmente explica a variação das medidas termograficas e fisiológicas.

Em geral a porcentagem de variação explicada é baixa, mas no período da tarde ela é maior.

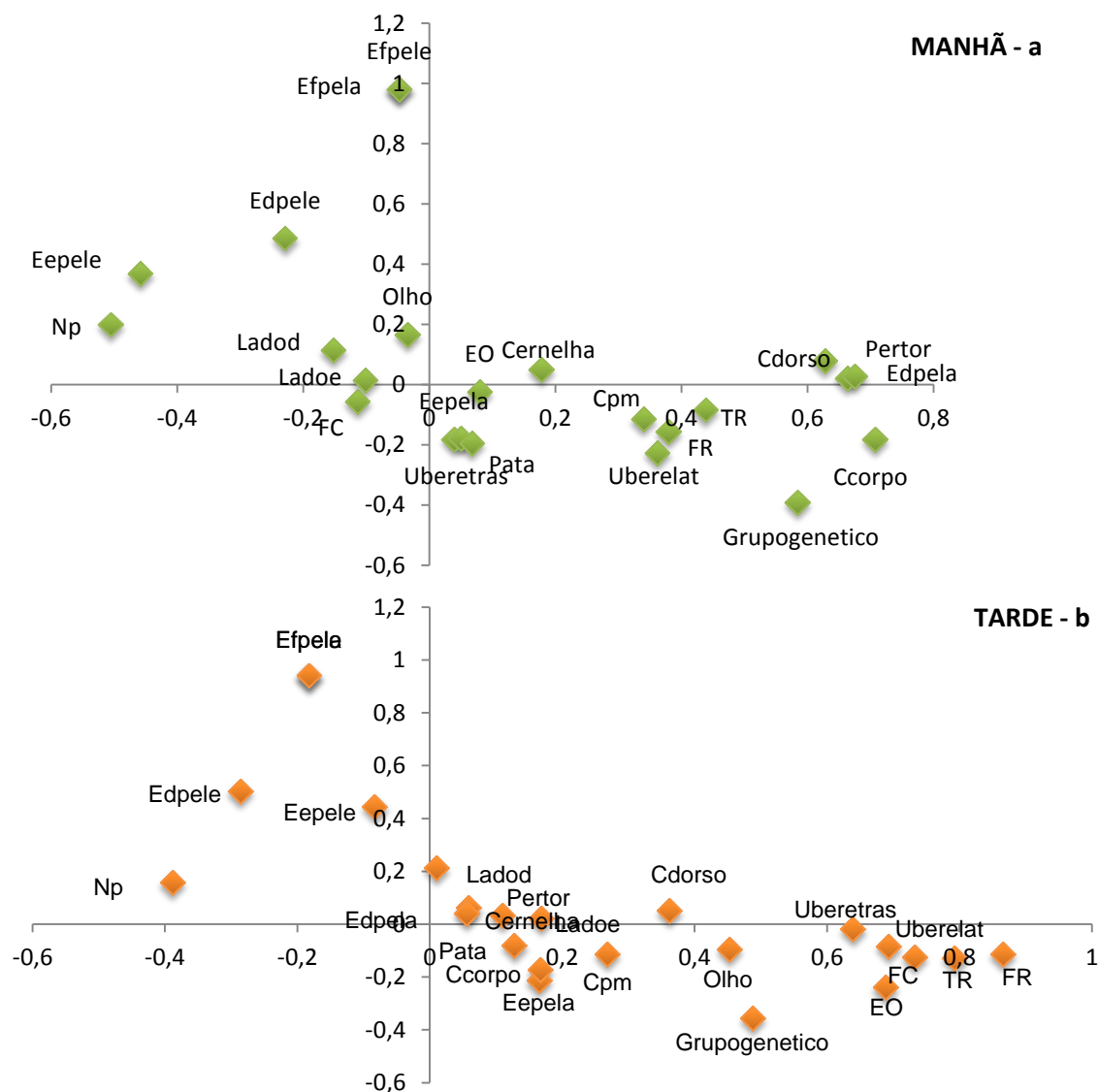


Figura 2. Plano ortogonal dos fatores principais para as características físicas, parâmetros fisiológicos e temperaturas aferidas com o termógrafo infravermelho dos diferentes grupos genéticos de bovinos leiteiros no período da manhã (2a) e da tarde (2b).

Discussões

A raça holandesa apresentou maiores médias para todos os parâmetros fisiológicos, mostrando que estes animais sofreram mais com o estresse por calor comparados aos animais Girolando ($\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ Holandês). A temperatura retal e a frequência respiratória são consideradas as melhores variáveis fisiológicas para estimar a tolerância de animais ao calor (Morais et al., 2008) sendo que o primeiro parâmetro fisiológico visível que demonstra que os animais estão estressados é alteração na FR (Vilela et al., 2013), posteriormente ocorre aumento na TR. A referência dos valores ideais para temperatura retal pode variar de 38,0 a 39,3 °C, para animais leiteiros (Du Preez, 2000) e as frequência respiratórias ideais em torno de 40 a 60 mov/min segundo Silanikove (2000). Portanto no período da tarde os animais de todos os grupos genéticos estavam sob estresse por calor.

Para diminuir o estresse por calor, os bovinos recorrem a mecanismos adaptativos fisiológicos de perda de calor corporal, evitando a hipertermia. Assim, aumentam a frequência respiratória e como mecanismo adicional perdem calor por sudorese, constituindo-se, ambos, em meios importantes de perda de calor por evaporação (Baccari Jr., 2001).

Os animais puros estão menos adaptados as mudanças climáticas, pois apresentam dificuldades em perder calor tanto no período da tarde quanto da manhã, e os animais menores como o Girolando ($\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ Holandês) possuem maior facilidade (Müller, 1989).

O grupo genético influenciou nas medidas corporais, onde as vacas da raça Holandesa foram maiores que os animais Girolando ($\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ Holandês). Fitzhugh (1978) afirma que o tamanho corporal pode apresentar vantagens biológicas importantes quanto aos aspectos relacionados à adaptação, resistência e tipo de exploração, no entanto, é difícil estabelecer o tamanho ideal para todas as situações de exploração. O animal de maior porte dificulta a dissipação de calor e se aquece mais que os animais menores devido à maior área corporal de exposição aos raios solares (Souza Junior et al., 2008).

Bianchini et al. (2006) encontrou resultados semelhantes ao deste experimento onde a raça Holandesa também foi maior que as demais raças

bovinas estudadas. Isso é confirmado nos resultados da análise de componentes principais no período da tarde onde os animais que apresentam as maiores medidas corporais são aqueles que apresentaram simultaneamente aumento nas frequência respiratória e cardíaca.

Além de serem animais maiores, a raça Holandesa também apresentou maior espessura do pelame, o que dificulta a perda de calor. Holmes (1985) sugere que animais com pelames mais espessos e densos apresentam maior dificuldade para eliminar calor latente via evaporação cutânea. Este problema seria tanto acentuado quanto maior fosse a espessura do pelame. Apesar do número de pelos da raça Holandesa ser menor, o comprimento dos pelos foi maior, o que dificulta a termólise convectiva como à evaporativa na superfície cutânea fazendo com que esses animais utilizem mais recursos de perda de calor que os animais de pelagem mais curta (Glaser, 2003).

Foram geradas equações de regressão múltipla e seus respectivos coeficientes de determinação entre as características físicas, parâmetros fisiológicos e medidas aferidas com o termógrafo em diferentes partes do corpo dos animais no período da tarde para verificar quais variáveis seriam preditoras ideais na avaliação do estresse térmico pelo calor, mas não foram encontradas regressões múltiplas significativas. Essas regressões seriam importantes, pois permitem a construção de modelos considerando a estrutura de correlação entre as características físicas estudadas. Assim as características físicas não são úteis em prever tolerância ao calor nos grupos genéticos investigados neste estudo.

Bovinos Girolando $\frac{3}{4}$ Holandês apresentaram correlação positiva e moderada com o comprimento dos pelos e as temperaturas no Olho, Uberelat e Uberetras no período da tarde. Isso pode ocorrer devido às propriedades protetoras dos animais, que dependem das características morfológica dos pelos, permitindo que o animal troque, efetivamente calor, com o ambiente através de radiação, condução e convecção e evaporação (Silva et al., 2006), o que confirma que estes animais conseguiram eliminar mais facilmente calor, ficando menos estressados que os animais da raça Holandesa.

As correlações foram negativas, mas significativas, entre o número de pelos e os parâmetros fisiológicos na raça Holandesa. Isso demonstra que quando o número de pelos é menor ocorre um aumento na FR e FC nesta raça. Alterações nas frequências cardíaca e respiratória podem evidenciar tentativas orgânicas para sair da condição de estresse térmico a que esses animais estão submetidos (Cunningham, 1999), mas este resultado contradiz Maia et al. (2003) que diz que o menor número de pelos, contribui diretamente para maior perda de energia térmica, assim os animais com menor número de pelos sofreriam menos com estresse térmico e não haveria alterações nos parâmetros fisiológicos. A menor quantidade de pelos pode ter ocorrido devido à época em que foi realizado este experimento, possivelmente por ser o período de muda dos pelos. O período de muda do pelame é composto por uma mistura de pelos de inverno e de verão, podendo interferir na determinação de suas características (Pinheiro & Silva, 2000).

As características corporais estão envolvidas na determinação do conforto térmico (Silva, 2000), sendo o perímetro torácico a variável resposta que possui o maior poder de discriminação entre os grupos, seguido da altura cernelha. McManus et al., (2011) em um estudo avaliando a tolerância ao calor em bovinos, seus resultados corroboram com os resultados deste trabalho, onde as análises discriminantes também obtiveram a altura da cernelha e o perímetro torácico como variáveis que influenciam na tolerância ao calor.

Na análise canônica tanto da manhã quanto da tarde, a raça Holandesa mostrou-se agrupada e distante dos demais grupos genéticos, o que provavelmente pode ser explicado pela sua origem, pois pertencem ao tronco *Bos taurus taurus* e foi selecionada em regiões de clima frio da Europa (McManus et al., 2011). Como são animais exóticos, apresentam características morfológicas e fisiológicas menos adaptadas ao ambiente tropical apresentado, diferente dos animais Girolando ($\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ Holandês). O segundo eixo demonstrou que as médias dos animais Girolando mostraram-se agrupadas, sugerindo que estão melhores adaptados ao clima tropical, mostrando a adaptação aos diversos ambientes em que foram selecionados

alterando os parâmetros em relação à sobrevivência destes animais as condições do clima tropical (Facó et al., 2005).

Conclusões

Os bovinos da raça Holandesa foram menos tolerantes ao estresse térmico por calor do que os animais Girolando (1/2 e 3/4 Holandês) pois apresentaram dificuldades para dissipar calor devido as maiores medidas corporais, maior espessura do pelame e maior comprimento dos pelos.

As correlações entre as características físicas e os parâmetros fisiológicos e as medidas termográficas se mostraram inconsistentes entre os grupos genéticos, portanto não são preditoras de tolerância ao calor, enquanto as regressões das características morfométricas sobre as fisiológicas e termográficas não foram significativas, assim as características físicas não foram boas em prever os índices fisiológicos e as temperaturas termográficas, portanto não devem ser utilizadas.

As regressões não foram significativas, assim as características físicas não foram boas em prever os índices fisiológicos e as temperaturas termográficas, portanto não devem ser utilizadas.

Referências bibliográficas

BACCARI JUNIOR, F. **Manejo ambiental de vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: UEL, 2001. p. 142.

BIANCHINI, E. et al. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 9, p. 1443-1448. 2006.

CUNNINGHAM, J.G. Termorregulação. In: **Tratado de fisiologia veterinária**. São Paulo: Guanabara Koran, 1999. p.507-514.

DIKMEN, S.; HANSEN, P. J. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 1, p.109-116, 2009.

DU PREEZ, J. H. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. **Journal of Veterinary Research**. v. 67, n. 4, p. 263-271, 2000.

FAÇANHA, D. A. E. et al. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 14, n. 1, p. 90-101, 2013.

FAÇANHA-MORAIS, D. A. E. et al. Variação anual de hormônios tireoidianos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 538-545, 2008.

FITZHUGH, H.A. Animal size and efficiency, with special reference to the breeding female. **Animal Production**, v.27, p.393-401, 1978.

GLASER, F.D. Aspectos comportamentais de bovinos da raça Angus a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão. Pirassununga, 2003. 73 p. **Dissertação (Mestrado)** – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

GEBREMEDHIN, K. G.; WU, B. Simulation of sensible and latent heat losses from wet-skin surface and fur layer. **Journal of thermal biology**, v. 27, n. 4, p. 291-297, 2002.

HOLMES, C.W. A note on the protection provided by the hair coat or fleece of the animal against the thermal effects of simulated rain. **Animal Production**, v.32, p.225-226, 1985.

LIMA, I. A. et al. Thermoregulation of Holando cows during summertime, in Pernambuco State, Brazil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 35, n. 2, p. 193-199, 2013.

MADER, T. L.; DAVIS, M. S.; BROWN-BRANDL, T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 3, p. 712–719, 2006.

MAIA A. S. C.; SILVA, R. G. da; BERTIPAGLIA, E. C. A. Características do pelame de vacas Holandesas em um ambiente tropical: Um estudo genético e adaptativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 843–853, 2003.

MARAI I. F. M.; EL-DARAWANY, A. A.; FADIEL, A.; ABDEL-HAFEZ, M. A. M. Physiological traits as affected by heat stress in sheep - A review. **Small Ruminant Research**, Issues, v.71, p.1–12, 2007.

McMANUS, C. M. et al. Use of multivariate analyses for determination of heat tolerance in Brazilian cattle. **Tropical Animal Health production**, v. 43, n. 3, p. 623-630, 2011.

MORAIS, D. A. E. F. et al. Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, 2008.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 1982. 183 p.

NASCIMENTO, G. V. D. et al. Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 4, p. 28-36, 2013.

PERISSINOTTO, M. et al. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1492-1498, 2009.

PINHEIRO, M. G.; SILVA, R. G. Estação do ano e características do pelame de vacas da raça Holandesa. **B. Ind. Animal**, Nova Odessa,, v. 57, n. 2, p. 99-103, 2000.

ROBERTO, J. V. B. **Efeito do ambiente térmico e uso da Termografia de infravermelho em caprinos Saanen e seus mestiços com o boer no semiárido Brasileiro**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB, 2012.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, Beit Dagan, v. 67, n. 1, p. 1-18, 2000.

SILVA, R. G. **Introdução a bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. p. 286.

SOUZA JUNIOR, S. et al. Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em região semiárida. **Revista científica de produção animal**, v. 10, n, dois, p. 127-137, 2008.

TOSETTO, M. R. et al. Influência do macroclima e do microclima sobre o conforto térmico de vacas leiteiras. **Journal of Animal Behaviour Biometereology**, Palmeira das Missões, v.2, n.1, p. 6-10, 2014.

VILELA, R. et al. Respostas fisiológicas e comportamentais de vacas holandesas mantidas em sistema adiabático evaporativo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.33, n.11, p. 1379- 1384, 2013.

XU, F. et al. Biothermomechanics of skin tissues. **Journal. Mech. Phys. Solids**, v.56, p.1852-1884, 2007.

CAPÍTULO III

3.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As altas temperaturas encontradas no Brasil afetam diretamente a produção animal. Em ambientes de temperaturas elevadas, nas quais a produção de calor excede a dissipação pelos animais, todas as fontes que geram calor endógeno são inibidas, principalmente o consumo de alimento e o metabolismo basal e energético, enquanto a temperatura corporal, a frequência respiratória e a taxa de sudorese aumentam. Todos esses fatores afetam negativamente a produção gerando perdas econômicas para o produtor. **Uma maneira de evitar que isso ocorra seria** a utilização de animais adaptados ou tolerantes às condições ambientais.

Uma importante ferramenta para auxiliar na avaliação do desempenho animal seria as medidas morfométricas e em relação à pele e pelame juntamente com outros parâmetros, pode se constituir uma base para a avaliação individual dos animais para verificar se estes estão adaptados ou não ao clima tropical. Mas o uso de medidas físicas para a avaliação da climatização desses animais ainda é escassa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACCARI JUNIOR, F. **Manejo ambiental de vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: UEL, 2001. p. 142.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em Edificações Rurais: conforto térmico animal**. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 246.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2010. p. 269.

BIANCHINI, E. et al. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 9, p. 1443-1448. 2006.

BILBY, T. R.; TATCHER, W. W.; HANSEN, P. J. Estratégias farmacológicas, nutricionais e de manejo para aumentar a fertilidade de vacas leiteiras sob estresse térmico. In: CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 13., 2009, Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia, MG: [s.n.], 2009. p. 59-71.

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, London, v. 142, p. 524-526, 1986.

CONCEIÇÃO, M. N. **Avaliação da influencia do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens**. 2008. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2008.

COSTA JÚNIOR, G. S. et al.. Caracterização morfométrica de ovinos da raça Santa Inês criados nas microrregiões de Teresina e Campo Maior, Piauí. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35 n. 6, p. 30-41, 2006.

DAHL, G. E. Efeito do estresse térmico durante o período seco no desempenho pós parto. In: CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 14., 2010, Uberlândia, MG, **Anais...** Uberlândia, MG: [s.n.], 2010. p. 357-362.

DAMASCENO, J. C.; BACCARI JUNIOR, F.; TARGA, L. A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 50-58, 1998.

DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856 p.

FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 12 jun. 2013.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente:** para aves, suínos e bovinos. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005.

FERREIRA, M. A. et al. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no Semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 322-329, 2009.

FERREIRA, F. et al. Clinical, hematological, biochemical, and hormonal parameters of cattle submitted to heat stress. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 4 p. 769-776, 2009.

GRAY, K. A.; SMITH, T.; MALTECCA, C. Differences in hair coat shedding and effects on calf weaning weight and BCS among Angus dams. **Livesock Science**, v.140, n. 1-3, p. 68-71, 2011.

HABEEB, A. L. M.; MURRAY, L. F. M.; KAMAL, T. H. **Farm animals ant the environment**. Cambridge: CAB, 1992. 428 p.

KOLB, E. Coração e circulação. In: _____. **Fisiologia veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1980. p. 293-294.

LEITÃO, M. V. B. R. et al. Conforto e estresse térmico em ovinos no Norte da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 12, p. 1355–1360, 2013.

LEME, T. M. S. P. et al. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.

LIGEIRO, E. C. et al. Perda de calor por evaporação cutânea associada às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 544-549, 2006.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G. D.; BERTIPAGLIA, E. C. A. Características do pelame de vacas Holandesas em ambiente tropical: Um estudo genético e adaptativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n.4, p. 843-853, 2003.

46

A. **Caracterização Zoométrica, Estrutura Populacion: índices reprodutivos da Raça Sindi no Brasil**. 2010. 102 f. Tese (Doutor em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

MARTELLO, L. S. et al. Physiologic and performance responses of holstein cows in milking under different environments. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33,n. 1, p. 181-191, 2004.

McDOWELL, R. E. **Bases biológicas de la producción animal em zonas tropicales**. Zaragoza: Acribia, 1974. 692 p

MCMANUS, C. et al. The challenge of sheep farming in the tropics: aspects related to heat tolerance, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p.107-120, 2011.

MEIRELES, I. P. **Influência do sombreamento artificial em parâmetros fisiológicos e produtivos de vacas mestiças (holandês X zebu)**. 2005. 65 f. Dissertação (Mestrado em Produção de Ruminantes) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia UESB, Itapetinga, 2005.

MOLENTO, C.F.M. Bem-Estar e Produção Animal: Aspectos Econômicos - Revisão. *Archives of Veterinary Science*, Brasília, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2005.

MONTANHOLI, Y. R. et al. Application of infrared thermography as an indicator of heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). **Journal of Thermal Biology**, Londres, v. 33, n. 8, p. 468–475, 2008.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 1982. 183 p.

NASCIMENTO, G. V. D. et al. Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 4, p. 28-36, 2013.

NÓBREGA, G. H. et al. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 1, p. 67- 73, 2011.

PASSINI, R. et al. Estresse térmico sobre a seleção da dieta por bovinos. **Revista Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 303-309, 2009.

PEREIRA, C. C. J. **Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005.

PEREIRA, G. M. et al. Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos da raça saanen no semiárido paraibano. **Revista Verde de Agrotecnologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 1, p. 83-88, 2011.

PERISSINOTO, M. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 663-671, 2006.

PERISSINOTTO, M. et al. Influência das condições ambientais na produção de leite da vacaria da Mitra. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 30, n.1, p. 143-149, 2007.

POLAT, B. et al. Sensitivity and specificity of infrared thermography in detection of subclinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n. 8, p. 3525–3532, 2010.

ROBERTO, J. V. B. **Efeito do ambiente térmico e uso da Termografia de infravermelho em caprinos Saanen e seus mestiços com o boer no semiárido Brasileiro**. 2012, 89 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB, 2012.

ROCHA, D. R. **Avaliação de estresse térmico em vacas leiteiras mestiças (Bos taurus x Bos indicus) criadas em clima tropical quente úmido no Estado do Ceará**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

RODRIGUES, A. L.; SOUZA, B. B.; FILHO, J. P. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 6, n. 2, p. 14-22 2010.

ROSSAROLLA, G. Comportamento de vacas leiteiras da raça holandesa, em pastagem de milho com e sem sombra. **Dissertação**, Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

SCARPELLINI, C. DA S.; BÍCEGO, K. C. Regulação da temperatura corporal em diferentes estados térmicos: Ênfase na anapirexia. **Revista da Biologia**, v. 5, p. 1-6, 2010.

SCHAEFER, A. L. et al. Early detection and prediction of infection using infrared thermography. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 84, n. 1, p. 73-80, 2004.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v. 67, n. 1, p. 1-18, 2000.

SILVA, R. G. **Introdução a bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. p. 286.

SILVA, G. D. A. et al. Effect of year time and period of day on physiological parameters of reproductive goats in the semi-arid Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 903-909, 2006.

SILVA, R. G. **Biofísica ambiental**: os animais e seu ambiente. São Paulo: FUNEP, 2008. 386 p.

SILVA, R. G. et al. Latent heat loss of dairy cows in an equatorial semi-arid environment. **International Journal of Biometereology**, v. 56, n. 5, p. 927-932, 2011.

SILVA, R. G.; STARLING, J. M. C. Evaporação cutânea e respiratória em ovinos sob altas temperaturas ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa – MG, v. 32, n. 6, p.1956-1961, 2003.

SINGH, K.; BHATTACHARYYA, N. K. Cardio-respiratory activity in Zebu and their F crosses with European breeds of dairy cattle at different ambient temperatures. **Livestock Production Science**, v. 24, p. 119-128, 1990.

SOUSA, W. H.; LÔBO, R. N. B.; MORAIS, O. R. Ovinos Santa Inês: estado de arte e perspectivas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba, 2003.

SOUZA, B. B. et al. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 6, n. 2, p. 59-65, 2010.

STEWART, M. et al. Non-invasive measurement of stress and pain in cattle using infrared thermography. **Physiology & behavior**, , v. 92, n.5, p. 520-525, 2007.

TINÔCO, I. F. F. Ambiência e instalações para avicultura industrial. In: ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS, PESQUISADORES E EDUCADORES DE CONSTRUÇÕES RURAIS, 3., 1998, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 1-86.

WEST, J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 6, p. 2131–2144, 2003.

WHEELOCK, J. B. et al. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 93, n. 2, p. 644-655, 2010.

3.2 VITA

Evelyn Priscila München Alfonzo, filha de Lenita Elisabeta München Alfonzo e Cayo Raul Alfonzo, é brasileira nascida em Foz do Iguaçu, Paraná, em 12 de fevereiro de 1988.

Cursou o ensino fundamental e médio no Colégio Vicentino São José, na cidade de Foz do Iguaçu, PR, onde residiu até 2006. Em 2007 iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Estadual do oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, sendo concluído em dezembro de 2011. Durante a graduação realizou trabalhos no laboratório de Bioquímica e Microbiologia na mesma universidade.

Em março de 2012 ingressou no mestrado no Programa de Pós Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob a orientação da professora doutora Concepta Margaret McManus Pimentel na área de produção de bovinos de leite.