

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

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS EM BOVINOS LEITEIROS SUBMETIDOS
AO ESTRESSE TÉRMICO**

VANESSA CALDERARO DALCIN
Médica Veterinária/UFSM

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

Porto Alegre (RS), Brasil
Setembro, 2013

PARÂMETROS FISIOLÓGICOS EM BOVINOS LEITEIROS SUBMETIDOS A ESTRESSE TÉRMICO ¹

Autora: Vanessa Calderaro Dalcin

Orientadora: Concepta Margaret McManus Pimentel

Co-orientadora: Vivian Fischer

RESUMO

A seleção para produção de leite vem aumentando a suscetibilidade de vacas leiteiras ao estresse térmico, principalmente em raças europeias em regiões tropicais e sub-tropicais. Cerca de 95% do rebanho leiteiro no Brasil é composto por animais mestiços. O objetivo deste trabalho, conduzido no campo experimental José Henrique Bruschi da Embrapa Gado de Leite, em Coronel Pacheco – MG, durante o mês de março de 2013, foi investigar alterações nos parâmetros fisiológicos de vacas leiteiras que identifiquem com maior fidedignidade o estresse calórico. Foram realizadas coletas de sangue para análise do hematócrito (Ht), contagem de eritrócitos (ERI) e contagem de hemoglobina (HEMO), além do registro da temperatura retal (TR), da frequência cardíaca (FC), da frequência respiratória (FR), do escore de ofegação (EO) em 38 fêmeas bovinas em lactação, divididas conforme o grupo genético em $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e puras, durante seis dias nos turnos da manhã e da tarde. Os dados foram submetidos à análise da variância considerando os efeitos de grupo genético, dias, turnos e suas interações, com medidas repetidas no tempo e regressão “broken-line”. Houve efeito significativo para a interação grupo genético*dia*turno para TR, FC, FR e EO. Os valores de TR, FC, FR e EO do grupo de vacas puras HO foram maiores em relação ao grupo $\frac{3}{4}$ e esse em relação ao grupo $\frac{1}{2}$. No grupo de vacas puras, as variáveis fisiológicas aumentaram linearmente com o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), sem apresentar inflexão. O ponto de inflexão das curvas de variáveis fisiológicas ocorreu num valor de ITU mais alto para o grupo $\frac{1}{2}$ em relação aos demais. Os valores de Ht e HEMO foram distintos entre os grupos genéticos, mas não variaram com o ITU, mostrando que o estresse provocado não foi suficiente para alterar os parâmetros hematológicos medidos. A média de ITU durante o turno da manhã foi de 74, quando 70, 43 e 13% das vacas puras, $\frac{3}{4}$ e $\frac{1}{2}$, respectivamente, se apresentavam com a FR acima dos padrões de referência. A FR foi o melhor indicativo do estresse térmico e seu valor crítico foi de 140mov/min para as vacas Girolando e 168 mov/min para a raça Holandesa. Vacas da raça Holandesa são mais sensíveis ao estresse térmico do que cruzas Holandês-Zebuino.

Palavras-chave: produção leiteira, termorregulação, conforto térmico.

¹ Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (34 p.) Setembro, 2013.

PHYSIOLOGICAL PARAMETERS IN DAIRY CATTLE APPLIED THERMAL STRESS²

Author: Vanessa Calderaro Dalcin

Advisor: Concepta Margaret McManus Pimentel

ABSTRACT

Selection for milk production has increased the susceptibility of dairy cows to heat stress, especially in European breeds reared in tropical and sub-tropical conditions. About 95% of dairy cattle in Brazil are crossbred animals. This study, conducted in the Embrapa Dairy Cattle José Henrique Bruschi experimental station, Coronel Pacheco - MG, was used to investigate changes in the physiological parameters of dairy cows to identify heat stress with greater reliability. Blood samples were collected for analysis of hematocrit (Ht), erythrocyte count (ERI) and hemoglobin count (HEMO), in addition to recording the rectal temperature (RT), heart rate (HR), respiratory rate (RR), panting score (PS) in 38 lactating cows. These varied according to genetic group ($\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ and pure bred Holstein (HO)), and data was collected for six days in the morning and afternoon. Data were subjected to analysis of variance considering the effects of genetic group, days, time of day and their interactions with repeated measures and broken-line regression. Significant effects were found for the interaction between genetic group*day*time of day for RT, HR, RR and PS. These values were higher for pure HO cows were higher than in $\frac{3}{4}$ and $\frac{1}{2}$ groups. In the HO group, physiological variables increased linearly with the Temperature Humidity Index, without presenting inflection in the regression. The inflection point occurred at a higher ITU highest value for the $\frac{1}{2}$ group compared with the other groups. Ht and HEMO were different among genetic groups and did not vary with the ITU, showing that stress caused was not sufficient to alter the hematological parameters measured. The average THI during the morning shift was 74, when 70, 43 and 13 % of pure HO, $\frac{3}{4}$ and $\frac{1}{2}$, respectively, presented FR above the standard. The FR was the best indicator of heat stress and its critical value was 140mov/min for Gir cows and 168 mov / min for Holsteins. Holstein cows are more sensitive to heat stress than crossbred Holstein- Zebu

Keywords: milk production, thermoregulation, thermal comfort.

² Master of Science dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (34 p.) September, 2013.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1 O animal e o ambiente	17
2.2 Zona de conforto térmico	17
2.3 Elementos climáticos.....	18
2.3.1 Temperatura Ambiente (TA)	18
2.3.2 Umidade Relativa do ar (UR)	18
2.4 Efeitos do estresse térmico em vacas leiteiras.....	19
2.4.1 Comportamento alimentar.....	20
2.4.2 Perdas na produção e qualidade do leite.....	20
2.4.3 Reprodução	21
2.4.4 Crescimento.....	21
2.5 Respostas fisiológicas ao estresse térmico.....	22
2.5.1 Frequência Respiratória.....	22
2.5.2 Temperatura Retal	22
2.5.3 Alterações hematológicas.....	23
2.6 Avaliação do estresse térmico em bovinos leiteiros	24
2.6.1 Índice de temperatura e umidade (ITU)	25
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5 CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
VITA.....	49

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Variáveis fisiológicas e níveis de estresse térmico	15
TABELA 2 – Escore de ofegação em bovinos.	19
TABELA 3 – Dados ambientais encontrados conforme o dia e turno de observação	21
TABELA 4 – Valores médios dos parâmetros fisiológicos conforme o grupo genético e turnos dentro de cada dia de realização das mensurações.	22
TABELA 5 – Porcentagem de animais de cada grupo com parâmetros fisiológicos acima dos respectivos valores de referência.	23
TABELA 6 – Equações de regressão simples para parâmetros fisiológicos relacionados com o ITU, conforme o grau de sangue.....	23
TABELA 7 – Ponto de inflexão da curva (R) de parâmetros fisiológicos de acordo com o ITU.	24
TABELA 8 – Diferenças de parâmetros hematológicos entre grupos genéticos.....	27
TABELA 9 – Ponto de inflexão da curva de parâmetros hematológicos de acordo com o ITU.....	28

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** – “Broken line” e probabilidade de frequência respiratória relacionada com o ITU do momento da aferição..... 24
- FIGURA 2** – “Broken line” e probabilidade de frequência cardíaca relacionada com o ITU do momento da aferição..... 25
- FIGURA 3** – “Broken line” e probabilidade de temperatura retal relacionada com o ITU do momento da aferição..... 26
- FIGURA 4** – Evolução dos parâmetros hematológicos relacionados com o. ITU..... 28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

Cm: centímetros.
CO₂: gás carbônico.
EDTA: etilenodiaminotetracético
EO: escore de ofegação.
ERI: eritrócitos.
FC: frequência cardíaca.
FR: frequência respiratória.
g/dl: gramas por decilitro.
HEMO: hemoglobina.
HO: Holandês.
Ht: hematócrito.
IC: Intervalo de confiança.
L: litros.
LH: hormônio luteinizante.
MG: Minas Gerais.
mL: mililitros.
mov/min: movimentos por minuto.
NRC: National Research Council.
O₂: oxigênio.
R: ponto de inflexão da curva.
SAS®: Statistical Analysis System.
TA: temperatura ambiente.
T_{bs}: temperatura de bulbo seco.
T_{bu}: temperatura de bulbo úmido.
TCI: temperatura crítica inferior.
TCS: temperatura crítica superior.
ITU: índice de temperatura e umidade
TR: temperatura retal.
UR: umidade relativa.

1 INTRODUÇÃO

A produtividade em vacas leiteiras depende do uso de animais especializados, dos manejos reprodutivo, sanitário e nutricional e das características do ambiente em que são criadas. Os principais fatores de ambiente que interferem na produção animal são a temperatura, umidade, irradiação solar e velocidade do vento (Hulme, 2005).

A seleção para produção de leite pode reduzir a capacidade de termorregulação da vaca e aumentar a suscetibilidade ao estresse calórico, diminuindo a produção e a eficiência reprodutiva durante o verão. As vacas de alta produção são mais sensíveis, pois produzem mais calor metabólico (Vasconcelos e Demetrio, 2011).

O problema principal está na adaptação das raças de origem Europeia, que sofrem mais com o estresse térmico devido à alta produtividade, e redução no limiar de conforto térmico (Silva et al., 2002). Por isso, os criadores brasileiros têm procurado combinar as características desejáveis das raças europeias e zebuínas por meio da produção de animais mestiços, geralmente utilizando-se as raças Holandesa e Gir. O rebanho mestiço representa 95% da população de gado leiteiro no Brasil (Martinez & Verneque, 2001), sendo responsável por cerca de 70% da produção de leite (Alvim et al., 2005) com predominância da raça Holandesa.

O estresse térmico promove alterações na homeostase e tem sido quantificado mediante mensuração de variáveis fisiológicas tais como, temperatura retal, frequência respiratória e concentrações hormonais. Em estudo envolvendo adaptação ao calor em sete raças de bovinos na região Centro-Oeste do Brasil, McManus et al. (2009a) observaram que a raça Holandesa, caracterizada pelo seu potencial em atingir elevados níveis produtivos, teve pior desempenho. Um dos principais índices ambientais utilizados é o índice de temperatura e umidade, ITU (Dikmen & Hansen, 2009). Entretanto, nas literaturas nacional e estrangeira, há poucas informações a respeito dos níveis críticos desse índice para vacas mestiças.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi investigar alterações nos parâmetros fisiológicos de vacas leiteiras que identifiquem com maior fidedignidade o estresse calórico, comparando essas respostas entre grupos genéticos diferentes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O animal e o ambiente

A capacidade de um animal em manter sua temperatura corporal em níveis constantes, independentemente do ambiente, é chamada de homeotermia. Quando um animal é submetido a um ambiente com temperatura mais baixa que a temperatura corporal, ocorrem compensações fisiológicas, aumentando a produção e reduzindo as perdas de calor. Quando em um ambiente quente, o animal diminui a ingestão de alimento para reduzir a produção interna de calor e dissipá-lo para o ambiente, por intermédio da condução, convecção, radiação ou evaporação (Thatcher, 2010).

Um animal é considerado em estado de estresse quando são necessários ajustes anormais em seu comportamento e/ou fisiologia para fazer frente aos aspectos anti-homeostáticos do ambiente. Uma variedade de fatores como adaptabilidade, genética, idade, sexo ou condições fisiológicas, modela a resposta biológica de um animal a um estressor (Moberg, 2000).

O estresse climático pode ser pelo frio ou pelo calor. Em regiões de clima quente, as condições ambientais adversas (alta temperatura ambiente, alta umidade relativa do ar e alta radiação solar) aliadas à alta produção de calor metabólico resultam em calor corporal excedente e, caso seja impossível ao animal eliminar para o ambiente esse excedente, ocorre o estresse térmico (Pires, 2006).

O estresse por calor é um dos principais fatores envolvidos na redução da produtividade e do desenvolvimento animal. Com a falta de conforto térmico, o animal procura formas de perder calor. Isto envolve uma série de adaptações do sistema respiratório, circulatório, excretor, endócrino e nervoso de animais criados em regiões quentes (McManus et al., 2009b).

Assim, em qualquer sistema de produção, independente da finalidade do mesmo, existe a preocupação de que os animais estejam dentro da zona de conforto térmico.

2.2 Zona de conforto térmico

A zona de conforto térmico, ou zona de termoneutralidade, é uma faixa de temperatura ambiente na qual o animal não sofre estresse pelo frio ou pelo calor. Dentro da zona de termoneutralidade, o custo fisiológico é mínimo, a retenção de energia da dieta é máxima, a temperatura corporal e o apetite são normais e a produção é ótima (Martello, 2006).

Na zona de termoneutralidade, a frequência respiratória é normal e não ocorre sudorese, apenas a difusão de água por meio da pele. Essa zona, a qual varia entre espécies e raças, é compreendida entre as temperaturas crítica superior (TCS) e a crítica inferior (TCI). Temperaturas acima da TCS ou

abaixo da TCI desencadeiam reações fisiológicas e comportamentais e podem, em casos extremos, levar os animais ao óbito por hipertermia ou hipotermia, respectivamente (Martello, 2006).

Não existe consenso na literatura sobre a delimitação da faixa de conforto térmico em vacas leiteiras, pois depende também da umidade relativa do ar e da adaptação metabólica do animal. A zona de neutralidade térmica varia de acordo com a taxa metabólica e a vaca que possui uma alta produção leiteira, produz também uma grande quantidade de calor metabólico fazendo com que sua zona de neutralidade térmica seja baixa: entre 4°C e 15°C (Robinson, 2004). A partir desses dados, pode-se constatar que a maior parte dos estados e regiões do Brasil apresenta frequentemente temperaturas superiores a essas por várias horas do dia, em grande parte do ano, sujeitando as vacas leiteiras ao estresse térmico por calor (Azevedo et al., 2005).

Na zona de conforto térmico, em torno de 75 % da perda de calor ocorre por radiação, convecção e/ou condução. No entanto, quando a temperatura ambiente excede a temperatura crítica superior, o gradiente de temperatura torna-se pequeno para que ocorra resfriamento por esses meios. Inicia-se então a termólise, especialmente por mecanismos evaporativos para manter o balanço térmico e a evaporação, por meio da sudorese e/ou respiração, tornando-se a principal via de dissipação de calor, responsável por 80% da perda de calor corporal. Em condições de umidade relativa do ar aumentada, há dificuldade na evaporação e o ambiente torna-se mais estressante para o animal (Collier, 2006).

2.3 Elementos climáticos

Os principais fatores ambientais que interferem na produção animal são a temperatura, umidade, irradiação solar e velocidade do vento (Hulme, 2005). De fato, nas regiões de clima tropical, caracterizadas por altos níveis de radiação solar e temperatura, o estresse térmico é um dos principais fatores que limitam o desenvolvimento e o desempenho dos animais (Azevêdo & Alves, 2009).

2.3.1 Temperatura Ambiente (TA)

A temperatura do ar é o fator bioclimático independente mais importante dos que influenciam o conforto térmico animal. O ambiente térmico, principalmente em condições de campo, é bastante complexo, limitando sensivelmente a determinação da termorregulação, uma vez que a radiação, a velocidade do vento, a umidade e a temperatura do ar modificam-se no tempo e no espaço. Essas variáveis interagem entre si de modo que alteração de uma única variável ambiental pode alterar consideravelmente todos os fatores envolvidos no equilíbrio térmico dos animais (Silva, 2000).

2.3.2 Umidade Relativa do ar (UR)

No processo evaporativo, o animal perde calor pela evaporação do suor, das secreções das vias respiratórias e da saliva. O resfriamento evaporativo é a única forma de perda de calor disponível aos homeotérmicos quando a temperatura ambiente está maior que a temperatura corpórea, e tal

processo é mais eficiente quando a umidade relativa do ar é baixa (Robinson, 2004).

Em ambiente de temperatura 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 do 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, 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). No caso de animais criados em confinamento a umidade relativa do ambiente pode aumentar consideravelmente, pois os animais que estão aglomerados produzem vapor d'água e a taxa de passagem do ar pode não ser suficiente para eliminar o excesso. Ligeiro et al. (2006), ao trabalharem com caprinos, observaram que nos ambientes onde ocorrem baixas umidades, dentro dos limites aceitáveis, a troca de calor do animal com o meio através de mecanismos evaporativos ocorrerá normalmente, evitando-se o estresse térmico.

2.4 Efeitos do estresse térmico em vacas leiteiras

A problemática do estresse calórico no Brasil pode ser contextualizada a partir da consideração de que cerca de 70% da produção de leite no Brasil provêm de vacas mestiças Holandês-Zebu (Alvim et al., 2005) com predominância da raça Holandesa e que não existe um sistema informações genéticas de animais tolerantes ao calor. Nas regiões de clima tropical, o estresse térmico é um dos principais fatores que limitam o desenvolvimento dos animais, pois são caracterizadas por altos níveis de radiação solar e temperatura que podem afetar negativamente a produção (McManus et al., 2009a).

São esperados maiores efeitos do calor sobre vacas Holandesas submetidas ao estresse térmico, devido à alta produção leiteira e por serem geneticamente mais sensíveis (Martello et al., 2004). Porém, vacas mestiças podem ser muito produtivas se selecionadas e manejadas adequadamente, conforme demonstrado em trabalhos da Embrapa Gado de Leite, nos quais foram obtidas médias de 13,4 a 14,6 kg de leite/dia em pastejo rotacionado de capim-elefante (Matos, 2001). Por sua vez, a maior produção de leite, associada ao maior consumo de alimentos, implica em aumento na produção de calor metabólico e em dificuldade na manutenção do equilíbrio térmico dos animais em condições de calor. Portanto, espera-se que vacas mestiças de alta produção também possam manifestar sintomas decorrentes de estresse calórico (Collier & Collier, 2011).

St-Pierre et al. (2003) registraram perdas econômicas anuais entre \$897 milhões e \$1,5 bilhão na indústria de lácteos nos Estados Unidos relacionadas às perdas produtivas e reprodutivas causadas pela alteração na ingestão e digestão de alimentos, no comportamento, e na taxa metabólica dos animais devido ao estresse térmico. Os resultados encontrados variaram bastante entre alguns estados, sendo a Florida (onde as vacas passaram 50% do tempo do ano em estresse térmico) um dos estados com maiores prejuízos

devido à redução de aproximadamente 2.000 Kg de leite e aumento de 57 dias no período de serviço.

No Brasil não há estudos sobre o prejuízo financeiro causado pelo estresse térmico, porém dois terços do território brasileiro está situado na faixa tropical, onde há predominância de temperaturas elevadas, conseqüentes da alta incidência de radiação solar (Azevedo et al., 2005), sugerindo que este esteja entre as maiores causas de perda à cadeia do leite. Estimativas do impacto do calor sobre a perda em produtividade e econômica em fazendas leiteiras brasileiras deveriam ser geradas, para justificar o investimento em tecnologias para o controle ambiental e em práticas de manejo.

2.4.1 Comportamento alimentar

A ingestão de alimentos está diretamente relacionada ao metabolismo energético e conseqüente produção de calor para manutenção e produção. Segundo West (2003), o estresse por calor atua no hipotálamo estimulando a saciedade e inibindo a fome, o que induz o animal a reduzir o consumo de alimento. A vaca tende a se alimentar menos durante o dia, e mais durante a noite, por ser mais fresco. Além disso, escolhem alimentos que produzam menos calor durante a digestão, como grãos e proteína ao invés de forragens. Quando os bovinos consomem predominantemente forragens, a produção de calor metabólico é maior elevando a temperatura corporal do animal (Baumgard & Rhoads, 2007).

Segundo o NRC (2001), em condições de estresse térmico, há uma queda no consumo de matéria seca de até 55% e o aumento de 7 a 25% das exigências de manutenção. A homeotermia tem prioridade em detrimento da produção de leite. Deve-se considerar as mudanças comportamentais, como procurar sombra e aumento da ingestão de água e da ofegação, que concorrem com a ingestão; a maior ingestão de água que inibe o apetite; a ofegação que impede a ingestão; e que a redução da ingestão de alimentos está associada ao menor incremento calórico.

A alteração no comportamento alimentar é a principal responsável pelos efeitos do estresse térmico na produção de vacas leiteiras. Além disso, na tentativa de eliminar calor, a vaca chega a utilizar 20% da sua energia corporal que seria destinada a produção de leite.

2.4.2 Perdas na produção e qualidade do leite

A maior influência do estresse pelo calor sobre a produção de leite é exercida via diminuição do consumo de alimentos e conseqüente redução da ingestão de energia metabolizável. A redução da ingestão de alimentos leva ao menor fluxo de sangue à veia porta (fígado) e à glândula mamária e, conseqüentemente, menor quantidade de nutrientes e de energia estarão disponíveis para a produção de leite (Beede e Shearer 1991).

Animais mais produtivos são mais suscetíveis aos efeitos deletérios da restrição alimentar, do desequilíbrio nutricional e dos problemas metabólicos, como a acidose metabólica e estresse calórico, devido à maior exigência nutricional, maior mobilização tecidual para a síntese láctea e valores menores de temperatura crítica máxima (Silanikove et al., 2000). Pinarelli (2003) já havia observado um decréscimo de 17% na produção de leite de

vacas de 15 kg de leite/dia e de 22% em vacas de 40 kg/dia, ocasionado pelo estresse calórico, corroborando estas afirmações.

O estresse térmico, ao afetar as condições fisiológicas do animal, pode alterar também as características do leite produzido, como, por exemplo, reduzindo a estabilidade do mesmo no teste do álcool e no teste de coagulação (Abreu et al. 2011). Brasil et al. (2000) verificaram que os animais sob estresse térmico apresentaram redução de 5,4% na produção de leite e também uma redução nos teores de gordura, de proteína, de lactose e de sólidos totais.

2.4.3 Reprodução

Um dos aspectos fundamentais para o êxito de qualquer propriedade leiteira é a obtenção de bons índices reprodutivos. A redução dos índices reprodutivos durante os meses de calor intenso é uma realidade mundial, observada principalmente em países de clima tropical, onde, muitas vezes, predominam animais de raças leiteiras de origem europeia (Azevêdo & Alves, 2009).

Os efeitos deletérios do estresse térmico sobre a função reprodutiva ocorrem pelas alterações fisiológicas envolvidas na homeotermia. O aumento da temperatura corporal compromete o funcionamento de vários tecidos do sistema reprodutivo, especialmente o tecido embrionário no período de implantação (Hansen, 2007).

Os efeitos mais estudados do estresse térmico sobre o desempenho reprodutivo estão relacionados com a alteração de ciclicidade e padrão de expressão do estro. Segundo Hafez (1975), a diminuição da atividade física dos animais, as mudanças dos níveis plasmáticos de estrógeno, progesterona, corticoides e no padrão de secreção de LH podem resultar na redução da duração e intensidade dos sinais de cio, cio silencioso e anestro, cio anovulatório e ovulação retardada. Nos meses mais quentes do ano, o índice de falha na detecção de estro chega a 75-80%, pois o calor reduz tanto a duração do estro quanto o número de montas (Hansen, 2007; Thatcher, 2010).

A taxa de gestação de vacas em estresse térmico também atinge índices insatisfatórios. A mortalidade embrionária é o principal fator responsável. Os oócitos, espermatozóides e o embrião são incapazes de manter as funções normais quando submetidos a temperaturas acima da faixa de variação fisiológica. O estresse térmico pode ainda reduzir as taxas de concepção para 10% ou menos (Hansen, 2007; Thatcher, 2010).

2.4.4 Crescimento

O crescimento corporal também é alterado pelo ambiente a que o animal está exposto. Segundo Muller (1989), a produção de bezerros pequenos é frequente em raças européias, não adaptadas ao meio tropical. Estes animais diminuem o crescimento se submetidos a uma temperatura constante acima de 24°C e praticamente cessam acima de 32°C. O calor extremo também é citado como responsável por altas taxas de mortalidade de bezerros em zonas tropicais, pois até a 2ª semana de vida estes não possuem capacidade termorregulatória suficiente para suportar as condições ambientais. Carvalho & Olivo (1996) observaram que a disponibilidade de sombra permite um maior ganho de peso a novilhas da raça Holandês.

2.5 Respostas fisiológicas ao estresse térmico

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. O aumento ou a diminuição da FR depende da intensidade e duração do estresse a que os animais estão submetidos (Martello, 2006).

Quando os mecanismos de termólise dos animais homeotérmicos não são eficientes, o calor metabólico somado ao calor recebido do ambiente torna-se maior que a quantidade de calor dissipada para o ambiente podendo ser notado aumento da temperatura retal. Com a temperatura corpórea elevada, o organismo reage aumentando a sudorese e a frequência respiratória para eliminar o excesso de calor (Morais et al., 2008). Por isso, a temperatura retal e a frequência respiratória são consideradas as melhores variáveis fisiológicas para estimar a tolerância de animais ao calor.

O animal, durante o estresse térmico, permanece em constante desequilíbrio fisiológico, que pode também ser responsável por problemas de saúde relacionados à menor resistência imunológica (Machado, 1998). A avaliação das respostas fisiológicas tem sido comumente empregada como forma de conhecer o comportamento destas, bem como o grau de adaptação dos animais sob condições de estresse térmico (Smith et al., 2006).

2.5.1 Frequência Respiratória

O aumento da frequência respiratória (FR) geralmente está associado à exposição ao calor, mudando o comportamento respiratório dos bovinos, devido ao menor volume de ar inspirado. Uma vez ofegante, o bovino inicia a troca de calor pela evaporação de umidade do trato respiratório (Robertshaw, 2006).

Para Starling et al. (2002), em um ambiente tropical, o mecanismo físico da termólise mais eficiente é o evaporativo, por não depender do diferencial de temperatura entre o organismo e a atmosfera. Nesse ambiente, a temperatura do ar tende a ser próxima ou maior que a corporal, tornando ineficazes as termólises por condução e convecção (Silva, 2000).

Para Silanikove (2000), valores de FR de 40 a 60, 60 a 80 e 80 a 120 mov/min caracterizam respectivamente baixo, médio e alto estresse para ruminantes, e acima de 200 mov/min o estresse é classificado como severo. Conceição (2008) relatou que dentre as variáveis fisiológicas estudadas, a FR é a mais interessante para ser utilizada em trabalhos com animais jovens, por apresentar as respostas mais imediatas às alterações do ambiente térmico.

2.5.2 Temperatura Retal

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.

Resultados como os de Dikmen e Hansen (2009) mostram a utilidade da associação das variáveis ambientais com a temperatura retal na caracterização da magnitude do estresse por calor a que os animais podem estar sujeitos. A Tabela 1 mostra a associação dessas variáveis fisiológicas com o nível de estresse térmico dos animais.

TABELA 1 – Variáveis fisiológicas e níveis de estresse térmico

FR	TR	Nível de estresse
23/min	38,3°C	Não há estresse nenhum
45 a 65/min	38,4 a 38,6°C	O estresse está sob controle; o apetite, a reprodução e a produção estão normais.
70 a 75/min	39,1°C	Início do estresse térmico; menor apetite, mas a reprodução e a produção estão estáveis.
90/min	40,1°C	Estresse acentuado; cai o apetite, a produção diminui, os sinais de cio diminuem.
100 a 120/min	40,9°C	Estresse sério; grandes perdas na produção, a ingestão diminui 50% e a fertilidade pode cair para 12%.
> 120/min	> 41°C	Estresse mortal; as vacas expõem a língua e babam muito, não conseguem beber água e se alimentarem.

Adaptado de Pires e Campos, 2004.

2.5.3 Alterações hematológicas

Dentre os fatores fisiológicos, encontram-se os parâmetros hematológicos, que podem ser citados como importante ferramenta para avaliar tanto o estado de saúde do animal como o grau de estresse térmico ao qual ele está sendo submetido (Roberto et. al. 2010). O hemograma, além de auxiliar nos diagnósticos de doenças, também vem sendo bastante utilizado para avaliar a capacidade adaptativa de raças, uma vez que o sangue está diretamente envolvido nos mecanismos de perda de calor (Silva et al., 2010).

Variáveis ambientais como clima, altitude, umidade relativa do ar e temperatura ambiente podem influenciar os elementos constituintes do hemograma, interferindo na adaptabilidade dos animais (Viana et al., 2002). O sistema sanguíneo, sensível às mudanças de temperatura, constitui-se em um importante indicador das respostas fisiológicas a agentes estressores. Alterações quantitativas nas células sanguíneas estão associadas ao estresse calórico, traduzidas por variações nos valores do hematócrito, número de leucócitos circulantes, conteúdo de eritrócitos e teor de hemoglobina no eritrócito (Iriadan, 2007).

Com o aumento da temperatura ambiente o animal perde líquido através do aparelho respiratório, o que contribui para a redução do volume plasmático sanguíneo levando ao aumento na concentração do hematócrito (Souza et al., 2011). De acordo com Nunes et. al. (2002), quanto maior a solicitação física do animal, maior será o valor do hematócrito por causa da perda de líquidos através da forma evaporativa.

Os eritrócitos são as células mais numerosas no sangue, sendo que seu citoplasma é formado por 1/3 de hemoglobina e 2/3 de água. Sua função é carrear hemoglobina, que por sua vez, transporta O₂ dos pulmões para os tecidos e CO₂ dos tecidos para os pulmões. A dosagem total da hemoglobina reflete diretamente a capacidade do eritrócito como carreador de oxigênio. A dosagem de hemoglobina é dada em g/% ou g/dl.

O percentual de hematócrito corresponde ao volume de hemácias em relação ao volume total de sangue. Ao mesmo número de hemácias podem corresponder valores de hematócrito diferentes, conforme o estado de hidratação do animal (Trhall, 2007).

Ferreira et al. (2009) estudando os valores para eritrócitos, hemoglobina e hematócrito em bovinos antes (manhã) e após (tarde) o estresse calórico, no inverno e no verão, encontraram valores mais elevados no período da tarde. Ao estudar o efeito da época do ano e do período do dia sobre os parâmetros fisiológicos de caprinos no semiárido, Silva et al. (2006) observaram que o hematócrito elevou-se na época mais quente do ano (de setembro a dezembro), devido ao estresse térmico.

2.6 Avaliação do estresse térmico em bovinos leiteiros

Em qualquer estudo de respostas fisiológicas dos animais ao ambiente existe a necessidade de expressar numericamente o ambiente ao qual o animal é exposto. As variáveis ambientais podem ser expressas por meio de índices, facilitando assim a comparação de diferentes ambientes. Existem diversos indicativos para caracterização do conforto e do bem-estar animal. Entre eles, está a observação criteriosa das respostas fisiológicas e comportamentais dos animais ao estresse (Almeida, 2010).

O desenvolvimento de índices de conforto térmico para animais domésticos visa apresentar em uma única variável, a síntese de vários parâmetros inter-relacionados, como temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação do ambiente que caracterizam o ambiente térmico. Vários índices têm sido desenvolvidos e usados para avaliar o conforto térmico de determinado ambiente (Pires & Campos, 2008). Normalmente, estes índices consideram os parâmetros ambientais de temperatura e umidade relativa do ar, no entanto, cada parâmetro possui um determinado peso dentro do índice, conforme sua importância relativa ao animal (Sampaio et al., 2004).

Em geral, são utilizadas provas de campo para medir as respostas dos animais ao ambiente. As provas de campo, porém, devem ser utilizadas com cautela, pois são boas para medir grandes diferenças, não tendo a possibilidade de detectar pequenas variações. Por isso elas são utilizadas para se determinar índices de adaptação e de conforto térmico baseados em medidas ambientais (ex. índice de temperatura e umidade – ITU).

Experimentos com câmaras climáticas permitem o estudo das variáveis climáticas, isoladas ou em conjunto, sendo corrigidos todos os fatores de meio que possam prejudicar os trabalhos experimentais. Os resultados obtidos são de grande precisão, permitindo observar pequenas diferenças na adaptabilidade de animais. O seu grande inconveniente é o alto custo de aquisição e manutenção.

2.6.1 Índice de temperatura e umidade (ITU)

O ITU tem sido utilizado para descrever o conforto de animais desde que Johnson et al. (1962) relataram redução da produção de leite de vacas associada ao aumento do valor do ITU. Segundo os autores, quanto mais produtiva uma vaca, maior sua taxa metabólica e maior sua sensibilidade ao estresse pelo calor. Nesse trabalho foi observado que o declínio da produção de leite acentuou-se a partir do valor de ITU 76 a 78 e que vacas de mais baixa produção (13 kg/dia) são menos afetadas com o ITU 76 do que aquelas vacas de mais alta produção (22 kg/dia).

Esse índice tem sido aplicado extensivamente em pesquisas no mundo todo, apesar de sua limitação, por não considerar os efeitos da velocidade do vento e radiação térmica. A temperatura do ar e a umidade têm grande influência nas trocas térmicas em ambientes quentes ou frios, e assim representam adequadamente o impacto nos animais (Hahn et al., 2009).

Para os animais domésticos em geral, um valor de ITU igual ou inferior a 70 indica condição normal, não estressante; entre 71 e 78 é considerado crítico; entre 79 e 83 indica perigo; acima de 83 constitui emergência (Martello et al., 2004). O valor considerado limite entre situações de conforto e estresse varia segundo diversos autores, mas existe unanimidade em considerar que ambiente com ITU acima de 72 é estressante para vacas de alta produção.

Tradicionalmente, pensava-se que a síntese de leite começa a diminuir quando o ITU atinge 72 (Armstrong, 1994), mas os dados recentes da Universidade do Arizona indicam que vacas leiteiras de alta produção começam a reduzir a produção de leite com ITU de aproximadamente 68 (Zimbelman et al., 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental José Henrique Bruschi, pertencente a Embrapa Gado de Leite, localizado no município de Coronel Pacheco, na Zona da Mata de Minas Gerais. As coordenadas geográficas do local são 21° 33' 23" de latitude Sul, 43° 6'15" de longitude Oeste e 430 m de altitude. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como Cwa (mesotérmico), alternando entre períodos seco (maio a outubro) e chuvoso (novembro a abril), com temperaturas médias de 22°C no verão e 16,8°C no inverno. O período experimental foi compreendido entre os dias 01 a 10 de março de 2013.

Foram utilizadas 38 fêmeas bovinas em lactação, sendo 19 da raça Holandesa (HO) e 19 Girolando. O grupo Girolando foi dividido em ½ HO (n=08) e ¾ HO (n=11).

As vacas puras (HO) estavam em média com 249 dias em lactação e produzindo 14,8 L/leite/dia. No grupo de vacas Girolando as médias eram 95 e 169 dias em lactação, 12,4 e 15,5 L/leite/dia para ½ HO e ¾ HO, respectivamente.

Durante o período experimental foram obtidos os dados de temperatura e de umidade do ar (UR) e temperatura de bulbo seco (T_{bs}) e bulbo úmido (T_{bu}) no local de tomada das medidas fisiológicas. A partir destes dados foi calculado o Índice de temperatura e umidade (ITU - Johnson et al., 1962) a partir da fórmula:

$$\bullet \text{ ITU} = (1.8 \times T_{bs} + 32) - [(0.55 - 0.0055 \times \text{UR}) \times (1.8 \times T_{bs} - 26.8)]$$

As avaliações foram feitas durante um período de seis dias, sendo duas medições por dia. Uma antes da ordenha da manhã (em torno de 6:00h) e outra antes da ordenha da tarde (13:00h). No intervalo entre as coletas, os animais permaneceram em ambiente aberto, expostos à luz solar e sem áreas de sombreamento, com disponibilidade de água.

Os dias de observações foram diferentes entre o grupo de vacas Holandesas e Girolando. Os grupos estavam alocados locais diferentes, porém dentro da mesma fazenda. As vacas holandesas foram manejadas em sistema de confinamento tipo "free stall" e alimentadas com mistura total de silagem de milho e ração. As vacas Girolando foram manejadas em sistema de pastejo rotacionado com capim-elefante e receberam suplementação de concentrado e sal mineral no cocho, antes da ordenha.

As comparações foram feitas a partir dos dados de ITU verificados no momento da aferição e os dados discutidos entre grupos genéticos.

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 2) foi atribuído no momento da coleta de dados fisiológicos, conforme a metodologia sugerida por Mader et al. (2006).

TABELA 2 – Escore de ofegação em bovinos.

Escore	Descrição
0	Respiração normal
1	Frequência respiratória levemente aumentada
2	Ofegação moderada 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, protusão lingual, salivação excessiva, e geralmente, pescoço estendido

Fonte: Mader et al., 2006.

Além disso, foram realizadas coletas de sangue em cada turno para análise de eritrócitos (ERI), hemoglobina (HEMO), hematócrito (Ht) e comparados com os valores de referência. O sangue para a determinação dos parâmetros hematológicos foi obtido por venipunção da caudal, coletando-se quatro mL de sangue em tubos de ensaio com duas gotas de anticoagulante etilenodiaminotetracético (EDTA). Imediatamente após a coleta, era realizado o esfregaço sanguíneo. As lâminas e amostras de sangue foram adequadamente acondicionadas até sua chegada ao Laboratório comercial responsável pela análise. O eritrograma foi realizado usando-se a técnica do hemotocitômetro. Os teores de hemoglobina foram determinados pelo método da hematina ácida e hematócrito pelo método de microhematócrito (Matos & Matos, 1995).

Foram calculadas as frequências do número de animais que apresentaram valores de variáveis fisiológicas fora dos padrões de referências conforme Pires & Campos (2004), em relação ao número total de observações e utilizadas equações de regressão simples para verificar qual parâmetro fisiológico representaria com maior fidedignidade o estresse térmico.

O delineamento experimental foi o completamente casualizado, com medidas repetidas no tempo. Os dados foram analisados por meio do software Statistical Analysis System (SAS®, Cary, North Carolina) v. 9.3 pela aplicação dos procedimentos PROC MIXED (Análise de Variância), considerando os efeitos de grupo genético, dia e turno e suas interações e testes de médias (lsmeans) para as variáveis significativas. Foram usadas regressões tipo “broken-line” para determinar as condições ambientais limitantes quando os animais estão com diferentes níveis de estresse.

O modelo matemático usado foi: $y_{ijkl} = m + G_i + D_j + T_k + GD_{ij} + GT_{ik} + DT_{jk} + GDT_{ijk} + E_{ijkl}$,

M = média geral do experimento;

G_i = Efeito do grupo genético (n=3);

D_j = efeito do dia de medida (n=3);

T_k = efeito do turno (n=2);

GD_{ij} =efeito da interação entre grupo genético e dia;

GT_{ik} = efeito da interação entre grupo genético e turno;

DT_{jk} = efeito da interação entre dia e turno;

GDT_{ijk} = efeito da interação entre grupo genético, dia e turno

E_{ijkl} erro

O modelo usado para a regressão broken-line foi:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 (x_{i1} - x) \delta_i + \varepsilon_i$$

onde: $\delta_i = 1$ se $x_{i1} > x$ e 0 se $x_{i1} < x$ e onde y é a variável dependente, x é a variável independente e β é o coeficiente de regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de ITU encontrados são apresentados na Tabela 3. A temperatura do ar em todos os turnos de aferição esteve acima da temperatura crítica superior para a zona de termoneutralidade de vacas da raça Holandesa (Robinson, 2004).

TABELA 3 – Dados ambientais encontrados conforme o dia e turno de observação.

Girolando					
Dia	Hora	T_{bs}	T_{bu}	UR	ITU
1	12:50	32,0	26,0	62	83,0
Tarde	13:45	32,0	29,0	79	86,0
03/03/13	14:40	33,0	30,0	80	87,7
1	06:15	21,0	21,5	95	69,5
Manhã	07:19	23,0	21,5	87	72,3
04/03/13	08:08	27,0	24,0	77	77,7
2	12:58	31,0	30,0	93	86,7
Tarde	14:00	32,0	30,0	86	87,2
04/03/13	15:00	32,0	25,0	56	82,0
2	06:00	21,0	20,0	91	69,2
Manhã	07:00	29,0	24,0	64	79,0
05/03/13	08:00	33,0	28,0	67	85,3
3	12:40	34,0	28,0	62	85,8
Tarde	13:35	34,0	28,0	62	85,8
05/03/13	14:15	34,0	28,0	62	85,8
3	06:00	22,0	21,0	91	70,9
Manhã	07:00	22,0	21,0	91	70,9
06/03/13	07:40	23,0	22,0	91	72,6
Holandês					
Dia	Hora	T_{bs}	T_{bu}	UR	ITU
1	13:00	34,0	27,0	57	84,9
Tarde	14:00	33,0	28,0	70	85,9
06/03/13	15:00	33,0	29,0	76	87,0
1	05:45	24,0	23,0	91	74,3
Manhã	06:45	24,0	23,0	91	74,3
07/03/13	07:45	24,0	23,0	91	74,3
2	13:00	34,0	29,0	68	87,0
Tarde	14:00	35,0	28,0	61	87,1
07/03/13	15:00	33,0	26,0	57	83,5
2	06:00	25,0	23,0	84	75,3
Manhã	07:00	25,0	23,5	88	75,7
08/03/13	08:00	25,0	23,0	84	75,3
3	13:00	32,0	26,0	62	83,0
Tarde	14:00	32,0	25,0	57	82,1
08/03/13	14:40	34,0	26,0	52	83,9
3	05:38	23,0	22,0	91	72,6
Manhã	06:30	23,0	22,0	91	72,6
10/03/13	07:03	23,0	22,0	91	72,6

T_{bs}: temperatura de bulbo seco; **T_{bu}**: temperatura de bulbo úmido; **UR**: umidade relativa do ar.

Durante a manhã pode-se observar maiores valores de ITU no dia 02 da raça Girolando. Com relação às observações durante o período da tarde o dia 02 da raça Holandesa apresentou média de ITU maior.

As médias de frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura retal variaram significativamente ($P < 0.0001$) dentro dos grupos genéticos entre os dias e turnos em que foram observados (Tabela 4).

TABELA 4 – Valores médios dos parâmetros fisiológicos conforme o grupo genético e turnos dentro de cada dia de realização das mensurações.

HO							
Dia	1		2		3		Erro
Parâmetros	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	
FC	57,81b	94,02a	55,28b	107,07a	57,17b	96,33a	4,7248
FR	65,06b	120,43a	64,01b	140,43a	69,06b	119,38a	8,4608
TR	38,9b	40,88a	38,66b	41,09a	39,15b	40,78a	0,2044
EO	0,07	1,97	0,02	3,7	0,12	3,49	0,2648
¾ HO							
Dia	1		2		3		Erro
Parâmetros	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	
FC	65,84b	69,84a	64,64b	91,84a	53,44b	103,84a	5,5082
FR	41,9b	79,9a	35,9b	113,9a	28,3b	101,2a	8,326
TR	38,31b	39,86a	38,16b	41,18a	37,03b	40,71a	0,2307
EO	0	1,39	0	3,09	0	1,59	0,2919
½ HO							
Dia	1		2		3		Erro
Parâmetros	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	
FC	51,18b	49,4a	64,51b	74,29a	56,07b	80,51a	5,3165
FR	32,81b	52,81a	29,7b	83,92a	19,92b	70,59a	6,2198
TR	38,51b	39,62a	38,01b	40,56a	38,08b	39,89a	0,2146
EO	0	0,36	0	1,92	0	0,47	0,2629

Valores de referência: FC= 40 - 60 bpm/min FR= 23 - 40 mov/min TR= 38,3 - 39,3°C

FC: Frequência cardíaca, FR: Frequência respiratória, TR: Temperatura retal, EO: Escore de ofegação. Médias em cada dia de avaliação seguidas por letras não coincidentes são diferentes segundo o teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os animais de todos os grupos genéticos apresentaram diferença dos valores de frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura retal e escore de ofegação entre a manhã e a tarde dos dias de avaliação, porém a magnitude dessas diferenças não foi igual entre os dias. De forma geral os parâmetros fisiológicos estiveram mais elevados durante o período da tarde, o que coincidiu com maiores valores de ITU.

As médias de FR e TR no grupo HO estiveram acima dos valores de referência, indicando que, em todas as aferições, elas se encontravam em estresse térmico. Esses resultados estão em concordância com os de Zimelman et al. (2009) os quais relataram que vacas de alta produção entram em estresse térmico com ITU abaixo de 72, discordando de outros autores (Johnson et al. 1962, Armstrong, 1994, Martello et al., 2004).

A proporção de vacas HO com valores de TR e FR acima dos respectivos valores normais de referência foi maior comparada com os grupos genéticos ¾ e ½, especialmente pela manhã. Durante a tarde, essa proporção se elevou para todos os grupos genéticos, porém se destaca a maior proporção de vacas do grupo HO valores acima dos de referência de FR (Tabela 5).

TABELA 5 - Porcentagem de animais de cada grupo com parâmetros fisiológicos acima dos respectivos valores de referência.

Grupo	Manhã	
	TR	FR
HO	9%	75%
¾ HO	0%	53%
½ HO	4%	17%
Grupo	Tarde	
	TR	FR
HO	100%	100%
¾ HO	97%	100%
½ HO	88%	96%
Referências	Até 39,3	Até 40/min

TR: temperatura retal; FR: frequência respiratória. (Fonte: Pires & Campos, 2004)

A FR mostra-se como o melhor indicativo de estresse térmico para vacas da raça Girolando. Já para vacas Holandesas a TR e a FR são bons parâmetros de mensuração de estresse térmico, conforme a Tabela 6.

TABELA 6 – Equações de regressão simples para parâmetros fisiológicos relacionados com o ITU, conforme o grau de sangue.

½ HO			
		P>F	R ²
FR	-194,02 +3,12 ITU	<0,0001	0,56
TR	29,33 +0,12 ITU	<0,0001	0,52
FC	-13,25 + 0,98 ITU	0,0152	0,11
EO	-5,32 +0,07 ITU	0,0002	0,24
¾ HO			
		P>F	R ²
FR	-243,15 +4,03 ITU	<0,0001	0,68
TR	24,82 +0,18 ITU	<0,0001	0,63
FC	-67,82 + 1,81 ITU	<0,0001	0,37
EO	-9,75 +0,14 ITU	<0,0001	0,59
HO			
		P>F	R ²
FR	-339,09 + 5,28 ITU	<0,0001	0,78
TR	26,27 + 0,17 ITU	<0,0001	0,81
FC	-212,72 + 3,66 ITU	<0,0001	0,70
EO	-17,89 + 0,24 ITU	<0,0001	0,64

FC: Frequência cardíaca, FR: Frequência respiratória, TR: Temperatura retal, EO: Escore de ofegação.

A equação “broken line” para cada parâmetro fisiológico relacionada com o ITU foi traçada e foram obtidos os seguintes resultados (Tabela 7 e Figuras 1, 2 e 3).

TABELA 7 – Ponto de inflexão da curva (R) de parâmetros fisiológicos de acordo com o ITU.

	$\frac{1}{2}$ HO		$\frac{3}{4}$ HO		HO	
	R	IC95%	R	IC95%	R	IC95%
FR	73,63	68,5 – 78,7	75,53	73,4 – 81,6	72	-
TR	76,46	71,8 – 81,1	72,30	67,8 – 76,7	72	-
FC	76,45	61,8 – 91,1	71,80	64,5 – 79,1	72	-

R: ponto de inflexão da curva. FC: Frequência cardíaca, FR: Frequência respiratória, TR: Temperatura retal; IC- Intervalo de confiança.

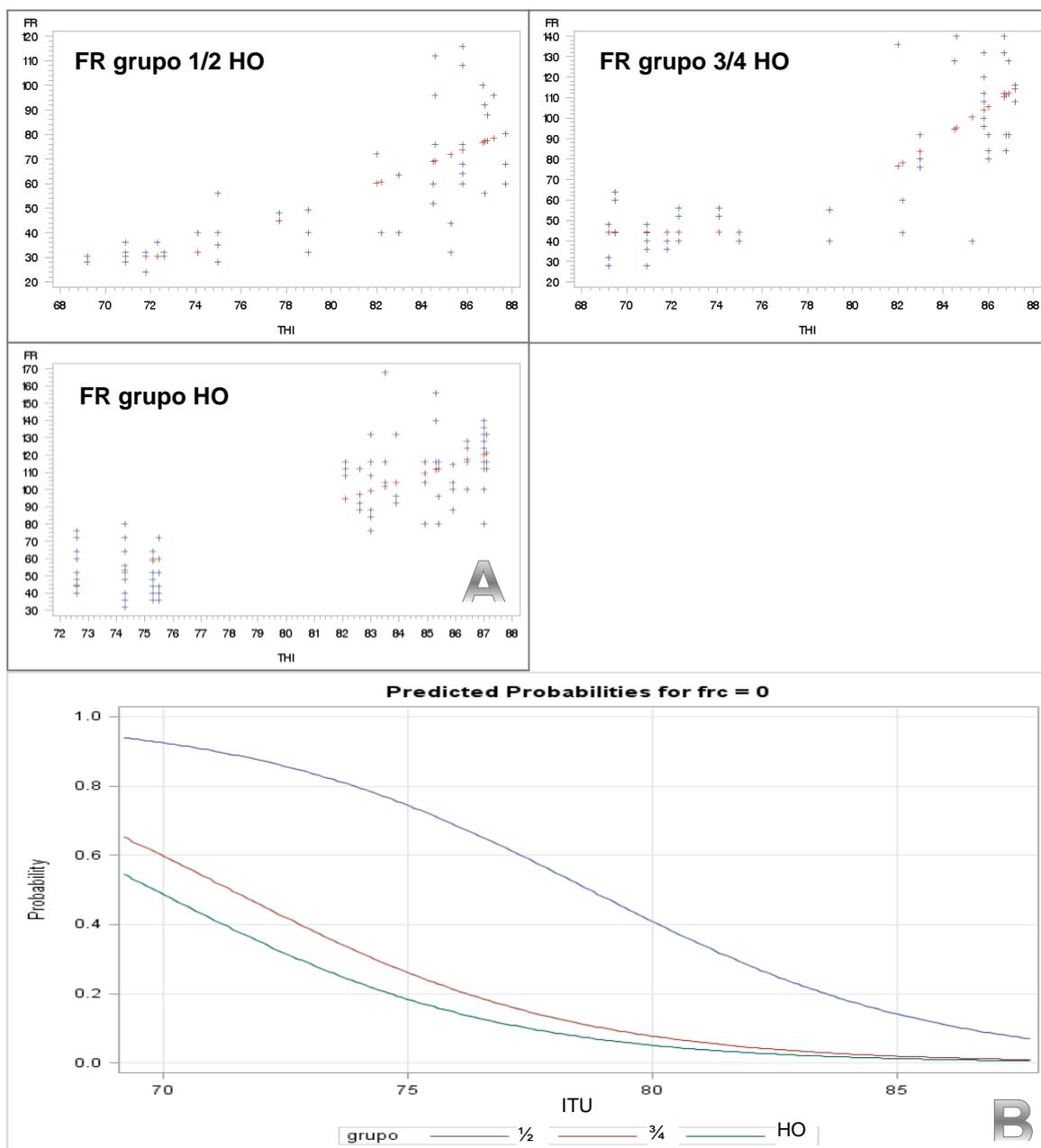


FIGURA 1 – a) Equações “broken-line” para os valores de frequência respiratória em relação ao ITU para os grupos $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e HO. A linha de pontos vermelhos representa a “broken line”. Cada ponto em azul representa uma observação. **b)** Probabilidade dos animais com frequência respiratória abaixo de 40 mov/min (não estressados) em relação ao ITU.

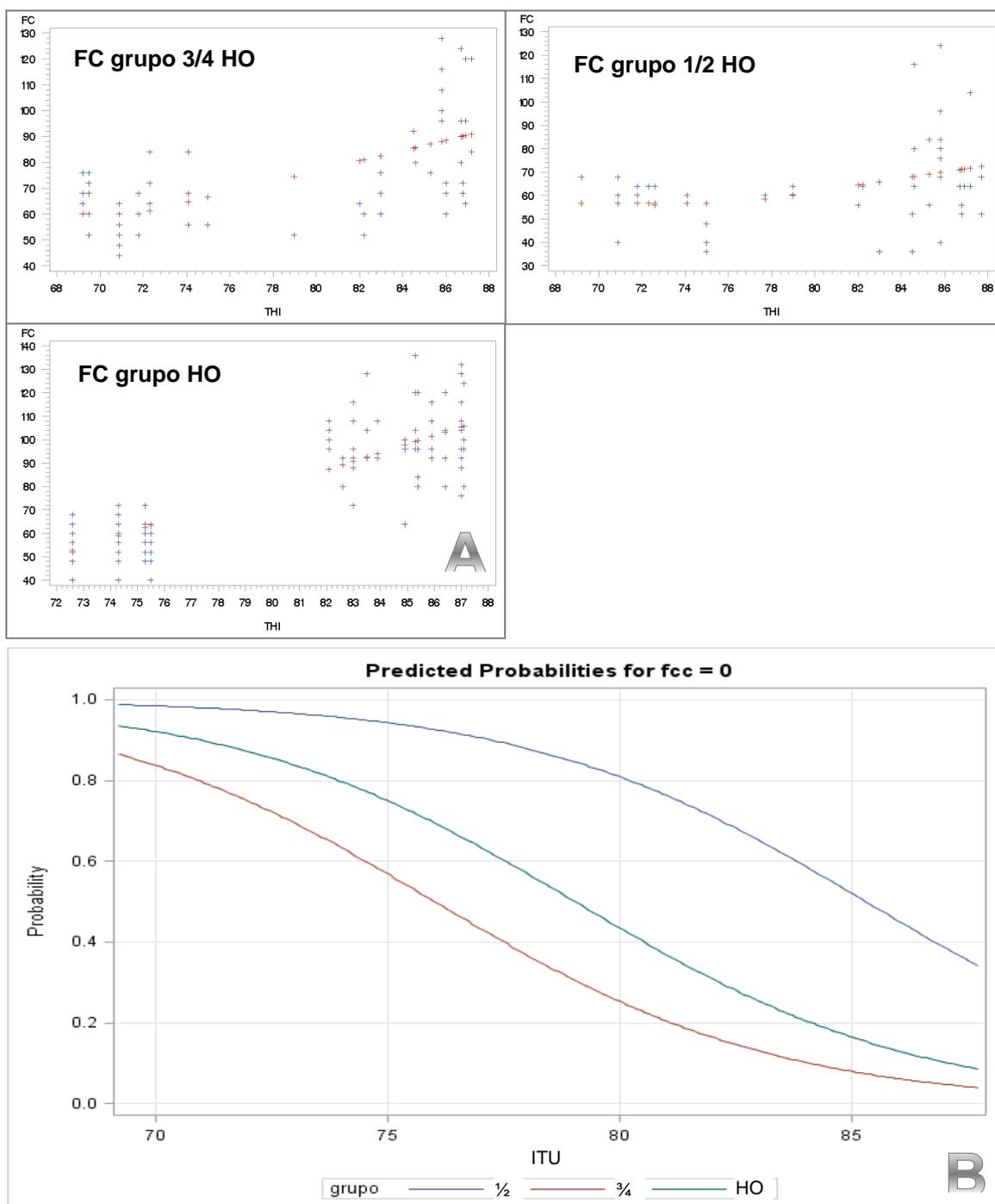


FIGURA 2 – a) Equações “broken-line” para os valores de frequência cardíaca em relação ao ITU para os grupos $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e HO. A linha de pontos vermelhos representa a “broken line”. Cada ponto em azul representa uma observação. **b)** Probabilidade dos animais com frequência cardíaca abaixo de 60 mov/min (não estressados) em relação ao ITU.

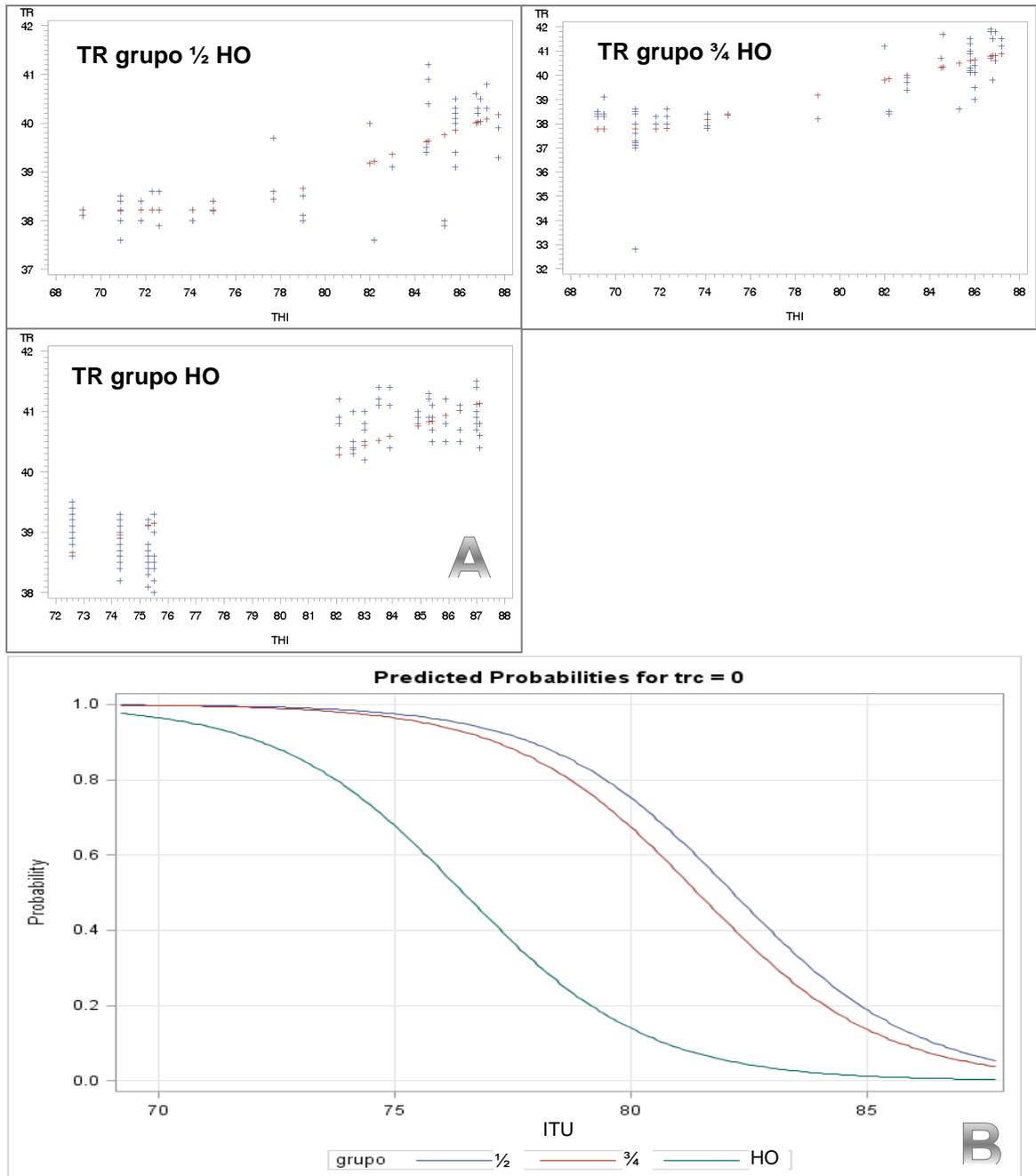


FIGURA 3 – a) Equações “broken-line” para os valores de temperatura retal em relação ao ITU para os grupos $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e HO. A linha de pontos vermelhos representa a “broken line”. Cada ponto em azul representa uma observação. **b)** Probabilidade dos animais com temperatura retal abaixo de $39,1^{\circ}\text{C}$ (não estressados) em relação ao ITU.

No grupo HO não houve ponto de inflexão da curva, pois durante os dias de aferição do experimento não houve registro de ITU menor que 72. Os valores de FR, TR e FC foram sempre crescentes linearmente desde o ITU 72, indicando que a resposta dos parâmetros fisiológicos aumentou junto com o ITU. Pode-se supor que o ponto de inflexão ocorreu num valor de ITU inferior a 72.

Já nos grupos $\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ HO, houve um ponto de inflexão coincidente com o valor de ITU mais alto para o grupo $\frac{1}{2}$ HO, com exceção da FR. Esse valor mais elevado de ITU no ponto de inflexão do aumento das variáveis fisiológicas no grupo $\frac{1}{2}$ indica que essas vacas são mais tolerantes ao calor conforme constataram Azevedo et al. (2005).

Os valores do intervalo de confiança foram elevados, porém foram menores no grupo $\frac{3}{4}$ do que no $\frac{1}{2}$, provavelmente em função da maior variabilidade da produção leiteira observada no grupo $\frac{1}{2}$.

Os resultados de parâmetros hematológicos pesquisados são apresentados na Tabela 8. Os valores encontrados para ERI, HEMO e Ht se situaram dentro da variação normal e de referência (Jain, 1993). As vacas do grupo $\frac{1}{2}$ HO apresentaram valores superiores de ERI, HEMO e Ht comparadas aos grupos genéticos $\frac{3}{4}$ e HO, provavelmente relacionadas às diferenças genéticas, de manejo e alimentação, as quais podem acarretar em variações dos elementos constituintes do hemograma (Souza et al., 2011).

TABELA 8 – Diferenças de parâmetros hematológicos entre grupos genéticos.

Grupo	ERI ($\times 10^6$ mL)	HEMO (g/dL)	Ht (%)
$\frac{1}{2}$ HO	5,27 a	9,67 a	27,93 a
$\frac{3}{4}$ HO	4,50 b	8,21 b	23,47 b
HO	4,44 b	8,00 b	22,34 b
Referências	4,5-10,0	8-15	24-46

ERI: eritrócitos, HEMO: hemoglobina, Ht: hematócrito (Adaptado de Jain, 1993).

Alguns autores já apresentaram dados de parâmetros hematológicos aumentados pelo estresse térmico (Silva et al., 2006; Ferreira et al., 2009), diferentemente dos que encontrados nesse trabalho. Porém, o período de análise nestes trabalhos foi maior, e comparando principalmente estações mais quentes com estações mais frescas.

A alteração na eritropoiese é um dos ajustes do organismo ao estresse térmico. Para que ocorra todo o processo normalmente é necessário um mínimo de quatro mitoses, sendo o tempo de maturação total, aproximadamente 4-5 dias em bovinos (Trhall, 2007), o que poderia explicar a ausência de variação expressiva no presente trabalho.

A evolução dos parâmetros hematológicos ERI, HEMO e Ht conforme o ITU não apresentou ponto de inflexão para a raça Holandês. No entanto, não houve ITU menor do que 72 para esta raça.

Com relação aos animais da raça Girolando, o ponto de inflexão da curva ocorreu com ITU abaixo de 72, exceto para ERI (Tabela 9 e Figura 2).

TABELA 9 - Ponto de inflexão da curva de parâmetros hematológicos de acordo com o ITU.

	Girolando		Holandês	
	R	IC 95%	R	IC 95%
ERI	72,27	65,38 – 79,16	5,08	-
HEMO	70,00	65,48 – 74,47	9,06	-
Ht	71,80	69,40 – 74,19	23,10	-

R: ponto de inflexão da curva. ERI: eritrócitos, HEMO: hemoglobina, Ht: hematócrito. IC-Intervalo de confiança.

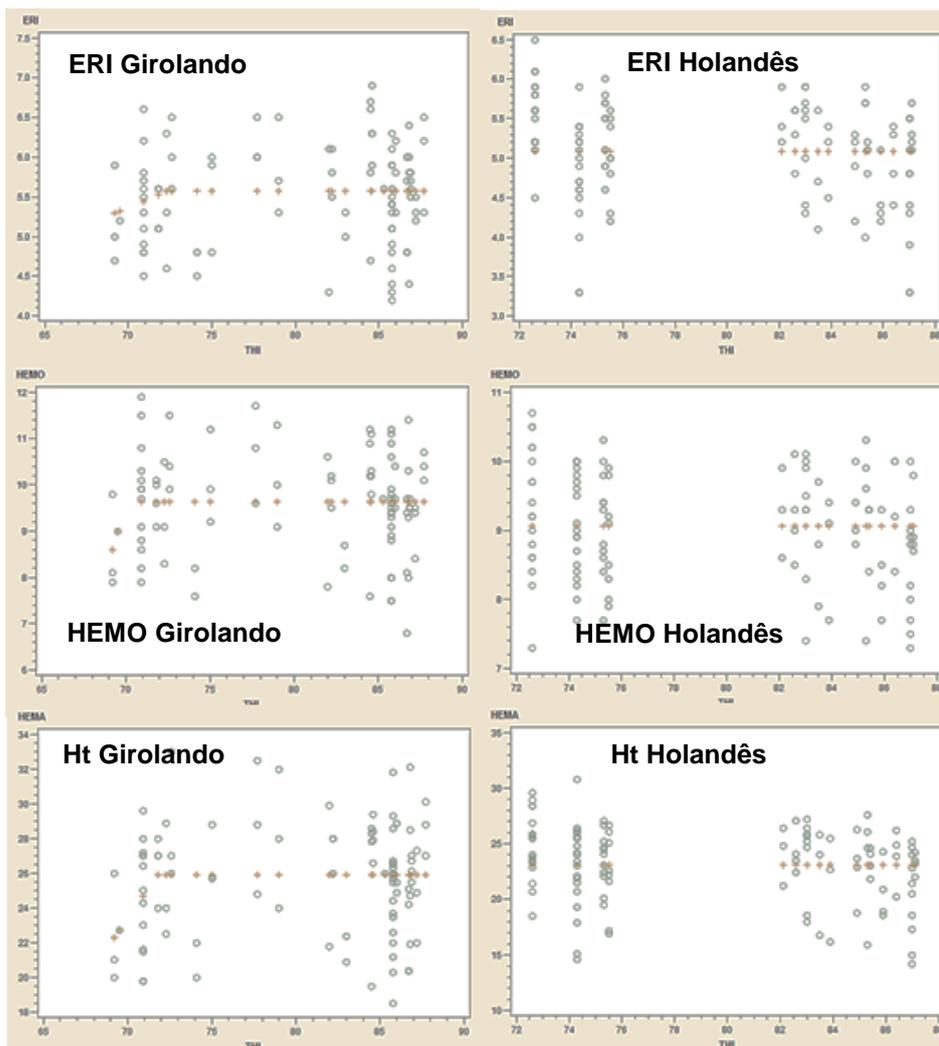


FIGURA 4 – Evolução dos parâmetros hematológicos relacionados com o ITU. A linha de pontos vermelhos representa a “broken line”. Cada círculo azul representa uma observação. ERI: eritrócitos, HEMO: hemoglobina, Ht: hematócrito, ITU: índice de temperatura e umidade.

As diferenças entre os grupos genéticos estudados podem ter ocasionado a maior variação sobre as variáveis hematológicas avaliadas. As alterações genéticas, de manejo, alimentação e planos sanitários que são utilizados em cada um dos rebanhos interferem nas respostas dos animais aos estressores do ambiente. Por isso, os limites de ITU inferiores e superiores devem ser calculados considerando-se as condições de cada situação de manejo, grupo genético etc..

Para o grupo de vacas puras HO não houve ITU menor do que 72. Estas vacas demonstraram através dos parâmetros fisiológicos, que sempre estiveram estressadas, sugerindo que o estresse para esse grupo inicie com ITU abaixo de 72. O fato de não haver ponto de quebra em todas as “broken line” traçadas nos indica isto.

Neste trabalho as variáveis hematológicas não puderam ser bons indicadores de estresse térmico, pois os valores encontrados estão dentro dos padrões de referência. Porém, o ponto de quebra da curva destes parâmetros ocorreu com ITU abaixo de 72 também para vacas azebuadas.

5 CONCLUSÕES

Os limites de conforto térmico variam conforme o grupo genético, as vacas holandesas foram mais sensíveis ao estresse térmico que as vacas Girolando.

A frequência respiratória foi o melhor indicador de estresse para esses animais. A determinação dos limites de conforto térmico necessita de uma avaliação com número maior de animais, abrangendo todos os estágios de lactação e níveis de produtividade, além de outras condições ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. S.; FISCHER, V.; KOLLING, G. J. Estresse calórico induzido por privação de acesso à sombra em vacas holandesas reduz a produção leiteira e a estabilidade térmica do leite. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE LECHE INESTABLE, 2., 2011, Colonia del Sacramento. **Anais...** Colonia del Sacramento: Editora, 2011. 1 CD-ROM.

ALMEIDA, G. L. P. et al. Investimento em climatização na pré-ordenha de vacas girolando e seus efeitos na produção de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.12, p.1337–1344, 2010.

ALVIM, M. J. et al. Sistema de produção de leite com recria de novilhas em sistemas silvipastoris. **Sistema de Produção**, n. 7, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteRecriadeNovilhas/alimentacao.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 7, p. 2044–2050, 1994

AZEVEDO, D. M. R.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. 83 p.

AZEVEDO, M. et al Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e $\frac{7}{8}$ holandês – zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2000-2008, 2005.

BAUMGARD, L. H.; RHOADS, R. P. The effects of hyperthermia on nutrient partitioning. In: PROCEEDINGS OF CORNELL NUTRITIONAL CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS. n^o., 2007, New York. **Proceedings...** New York: Cornell University, 2007. p. 93-104.

BEEDE, D. K.; SHEARER, J. K. Nutritional management of dairy cattle during hot weather. **Agricultura, Agricultural Practice and Science Journal**, Cluj-Napoca, v. 12, n. 5, p. 5-13, 1991.

BRASIL, L. H. A. et al. Efeitos do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e respostas termorreguladoras de cabras da raça Alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1632-1641, 2000.

CARVALHO, N. M.; OLIVO, C. J. Reações fisiológicas e ganho de peso corporal de novilhas leiteiras, mantidas ao sol e a sombra. In: REUNIÃO

ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 1996. p. 141-143.

COLLIER, R. J.; COLLIER, J. L. **Environmental Physiology of Livestock.** Wiley: New Jersey, 2012. 368 p.

COLLIER, R. J.; DAHL, G. E.; VANBAALE, M. J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, n. 4, p. 1244-1253, 2006.

CONCEIÇÃO, M. N. **Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens.** 2008. 138 f.. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

DeSHAZER, J. A. (Ed.). Thermal indices and their applications for livestock environments. In: HAHN, G. L. et al. **Livestock energetics and thermal environmental management.** St. Joseph: ASABE, 2009. p.113-130.

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

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

FERREIRA, F. et al. Taxa de sudação e parâmetros histológicos de bovinos submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 4, p. 763-768, 2009.

HAFEZ, E. S. E. **The behaviour of domestic animals.** 2nd editon. London: Bailliere Tindal, 1975.

HANSEN, P. J. Exploitation of genetic and physiological determinants of embryonic resistance to elevated temperature to improve embryonic survival in dairy cattle during heat stress. **Theriogenology**, Stoneham, v. 68, p. 242-249, 2007. Suplemento.

HULME, P. H. Adapting to climate change: is there scope for ecological management in the face of a global threat. **Journal of Applied Ecology**, Londres, v. 42, n.5 , p. 784-794. 2005.

IRIADAN, M. Variation in certain hematological and biochemical parameters during the peri-partum period in kilis does. **Small Ruminant Research**, Amsterdam v.73, n.1 , p. 54–57, 2007.

JAIN, N. C. **Essentials of veterinary hematology.** Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. 417 p.

JOHNSON, H. D. et al. **Effect of various temperature-humidity combinations on milk productions of holstein cattle.** Columbia: University of Missouri, 1962. 39 p.

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 de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n.2 , p.544-549, 2006.

MACHADO, P. F. Efeitos da alta temperatura sobre a produção, reprodução e sanidade de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 179-188.

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.1 , p. 712–719. 2006.

MARTELLO, L. S. **Interação animal-ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em free-stall**, 2006. 106 f. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal) - Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2006.

MARTELLO, L. S.; SAVASTANO JUNIOR, H.; PINHEIRO, M. G. Avaliação do microclima de instalações para gado de leite com diferentes recursos de climatização. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 263-273, maio/ago. 2004.

MARTINEZ, M. L.; VERNEQUE, R. S. Programa nacional de melhoramento genético. **Balde Branco**, São Paulo n. 439, 2001. Encarte Técnico.

MATOS, L. L. Do pasto ao leite com tecnologia. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO DE GADO DE LEITE, 2., 2001, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte. 2001. p. 50-65.

MATOS, M. S.; MATOS, P. F. **Laboratório clínico médico veterinário.** São Paulo: Atheneu, 1995. 320 p.

McMANUS, C. et al. Heat tolerance in Brazilian sheep: physiological and blood parameters. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 41, n. 1, p. 95–101. 2009b.

McMANUS, C. et al. Heat tolerance in naturalized Brazilian cattle breeds. **Livestock Science**, Philadelphia, v. 120, n.3 , p. 256-264, 2009a.

MOBERG, G. P. Biological responses to stress: implications for animal welfare. In: MOBERG, G. P.; MENCH, J. A. (Ed.). **The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare.** Wallingford: CABI International, 2000. p. 1-22.

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, p. 538-545, 2008.

MULLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 1989, 262 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **A guide to environmental research on animals**. Washington, DC: National Academy of Sciences. 1971. 374 p

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2001. 363 p.

NUNES, A. S. et al. Efeito de dois regimes de suplementação alimentar e dois sistemas de produção, nos constituintes sanguíneos de cabras saanen durante a lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 1245-1250, 2002.

PINARELLI, C. The effect of heat stress on milk yield. **Latte**, Milan, v. 28, n. 12, p. 36-38, 2003.

PIRES, M. F. A. **Manejo nutricional para evitar o estresse calórico**. Juiz de Fora: EMBRAPA, p. 1-4. 2006.

PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T. **Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite**. Juiz de Fora: EMBRAPA, p.1-6. 2004.

PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T. **Conforto Animal para maior produção de leite**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2008. 254 p.

ROBERTO, J. V. B. et al. Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes níveis de suplementação no Semi-Árido Paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 127-132, 2010.

ROBERTSHAW, D. **Dukes, fisiologia dos animais domésticos: regulação da temperatura e o ambiente térmico**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 899-909.

ROBINSON, N. E. Homeostase, Termorregulação. In: CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2004. p. 550-561.

SAMPAIO, C. A. P. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 785-790, 2004.

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

SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; SILVA, G. A. Parâmetros fisiológicos e hematológicos de caprinos em função da adaptabilidade ao semiárido. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 01–06, 2010.

SILVA, F. L. R.; ARAÚJO, A. M. Desempenho produtivo em caprinos mestiços no Semi-árido do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1028- 1035, 2000.

SILVA, G. A. et al. Influência da dieta com diferentes níveis de lipídeo e proteína na resposta fisiológica e hematológica de reprodutores caprinos sob estresse térmico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 154-161, 2006.

SILVA, I. J. O et al. Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 2036-2042, 2002.

SMITH, T. R. et al. Evaporative tunnel cooling of dairy cows in Southeast I: effect in body temperature and respiration rate. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, n. , p. 3904-3914, 2006.

SOUZA, B. B. et al. Efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de cabras da raça saanen em confinamento no sertão paraibano. **Revista Verde**, Pombal, v. 6, n. 1, p. 77–82 jan./mar. 2011.

STARLING, J. M. C. et al. Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 2070-2077, 2002.

ST-PIERRE, N. R.; COBANOV, B.; SCHNITKEY, G. Economic losses from heat stress by US livestock industries. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. E52–E77, 2003. Suplemento.

THATCHER, W. W. Manejo de estresse calórico e estratégias para melhorar o desempenho lactacional e reprodutivo em vacas de leite. In: CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 14, 2010. Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia, MG. 2010. p. 2-25.

THRALL, M. A. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. São Paulo: Roca, 2007. 582 p.

VASCONCELOS, J. L. M.; DEMETRIO, D. G. B. Manejo reprodutivo de vacas sob estresse calórico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 1, p. 396-401, 2011.

VIANA, R. B. et al. Influência da gestação e do puerpério sobre o leucograma de caprinos da raça Saanen, criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo v. 39, n. 4, p. 196-201, 2002.

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.

ZIMBELMAN, R. B. et al. A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. In: COLLIER, R. J. **Proceedings of the Southwest Nutrition Conference**, Arizona, [s.n], 2009. p. 158–169.

VITA

Vanessa Calderaro Dalcin, filha de Luiz Fernando Dalcin e Carla Calderaro Dalcin, é brasileira nascida em Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, no dia 14 de dezembro de 1988.

Realizou o ensino fundamental e médio na Escola Estadual de Educação Básica São Francisco, na cidade de Progresso/RS, onde residiu até o ano de 2005. Em 2006 iniciou o curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal de Santa Maria, sendo concluído em julho de 2011. Durante os anos de faculdade realizou um ano de estágio em um laboratório de microbiologia animal e três anos em um laboratório de embriologia e reprodução de bovinos na mesma universidade. Além disso, durante os períodos de férias realizou estágios práticos em diversas propriedades e empresas privadas que prestavam consultoria à bovinocultura leiteira. O estágio final de curso foi dividido entre o Instituto de Reproducción Animal Córdoba –IRAC- em Córdoba/AR, a empresa B&M Consultoria, na cidade de Cascavel/PR e a Cooperativa de Suinocultores de Encantado LTDA, em Encantado/RS, na área de bovinocultura de leite.

Em setembro de 2011 iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

Atualmente reside na cidade de Lajeado/RS e trabalha na Cooperativa dos Suinocultores de Encantado LTDA – Dália Alimentos – no setor de bovinocultura de leite como coordenadora do projeto de Transferência de embriões entre produtores associados à cooperativa. Sendo também associada e produtora de leite em uma propriedade situada na cidade de Progresso/RS, com produção em torno de 800L/leite/dia.