

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

Patrícia Ferreira Fernandes da Cruz

**EFEITO DA COMPOSIÇÃO GENÉTICA NAS
CARACTERÍSTICAS DE TERMORREGULAÇÃO EM
VACAS GIROLANDO EM TAPIRA, MG**

UBERLÂNDIA - MINAS GERAIS - BRASIL
FEVEREIRO DE 2015

Patrícia Ferreira Fernandes da Cruz

**EFEITO DA COMPOSIÇÃO GENÉTICA NAS CARACTERÍSTICAS
DE TERMORREGULAÇÃO EM VACAS GIROLANDO EM
TAPIRA, MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Mestrado, na Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciências Veterinárias.

Área de concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Robson Carlos Antunes.

UBERLÂNDIA - MG
FEVEREIRO - 2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

C957e Cruz, Patrícia Ferreira Fernandes da, 1986-
2015 Efeito da composição genética nas características de
termorregulação em vacas girolando em Tapira, MG / Patrícia Ferreira
Fernandes da Cruz. - 2015.

47 f. : il.

Orientador: Robson Carlos Antunes.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.
Inclui bibliografia.

1. Veterinária - Teses. 2. Bovino de leite - Tapira (MG) - Teses. 3.
Temperatura - Teses. I. Antunes, Robson Carlos, 1968-. II. Universidade
Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências
Veterinárias. III. Título.

Patrícia Ferreira Fernandes da Cruz

**EFEITO DA COMPOSIÇÃO GENÉTICA NAS
CARACTERÍSTICAS DE TERMORREGULAÇÃO EM
VACAS GIROLANDO EM TAPIRA, MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Mestrado, na Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciências Veterinárias.

Área de concentração: Produção Animal

Uberlândia, 11 de fevereiro de 2015.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Robson Carlos Antunes
(Orientador – UFU)

Profa. Dra. Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento
(Examinadora – UFU)

Profa. Dra. Ana Carolina Portella Silveira
(Examinadora – Externa à UFU)

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Patrícia Ferreira Fernandes da Cruz – nascida em 12 de dezembro de 1986, na cidade de Uberlândia, Minas Gerais, ingressou no 2º semestre de 2007 no Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), tendo concluído em dezembro de 2011 a modalidade Licenciatura e em abril de 2013 a modalidade Bacharel. Durante a graduação foi bolsista da Fapemig em projeto de iniciação científica durante os anos de 2008-2009. Em março de 2013 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias na UFU, área de concentração em Produção Animal, na qual foi bolsista pela CAPES no período de março de 2013 a fevereiro de 2015.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e ao Senhor Jesus Cristo, que me possibilitou todos os alicerces para chegar até aqui!

À minha família, pelo apoio, compreensão e amor.

Ao professor Robson Carlos Antunes por ter acreditado em mim e na concretização deste trabalho, me orientando sempre com paciência, motivação e compreensão, com quem eu aprendi e admiro muito pelo trabalho, respeito e dedicação aos animais.

À professora Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento pelo constante auxílio na realização das diferentes etapas deste trabalho, sempre dedicada e disposta a ajudar.

A todas as amigas do Curso de Ciências Biológicas, aos amigos conquistados durante a realização deste trabalho na Pós-graduação em Ciências Veterinárias, a professora Ana Elizabeth Iannini Custódio e ao professor Reginaldo dos Santos Pedroso, pelo auxílio, apoio e grande amizade.

Às professoras que participaram da banca, Ana Carolina Portella Silveira e Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento, Muito Obrigada!

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias e a CAPES pela bolsa concedida.

Ao produtor José Adriano pela disponibilização dos animais de sua propriedade para a realização deste trabalho, sempre de forma gentil, e a graduanda em Medicina Veterinária Camylla Pedrosa pelo auxílio durante as coletas.

Ao professor Ednaldo Carvalho Guimarães pelo auxílio no processamento estatístico.

As vacas Girolandas, sem as quais este trabalho não seria possível!!!

“O homem [...] é simplesmente o mais formidável de todos os animais de rapina e, na verdade, o único que rapina sistematicamente a sua própria espécie.”

William James

RESUMO

Objetivou-se avaliar parâmetros fisiológicos, características morfológicas de pelame e gradientes térmicos de diferentes cruzamentos Holandês-Gir no município de Tapira, MG. Foram utilizadas 49 vacas em lactação de seis grupos genéticos 1/4, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4 e 7/8 Holandês-Gir distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso. A temperatura de bulbo seco e umidade relativa foram registradas e calculou-se o índice de temperatura e umidade (ITU). A temperatura retal, frequência respiratória, temperatura da superfície corporal, espessura, número, comprimento e inclinação dos pelos foram mensurados. Vacas de maior proporção da raça Holandesa (5/8, 3/4 e 7/8 HG) apresentaram frequência respiratória e comprimento do pelo superior em comparação aos animais com composição genética mais próxima do Zebu (1/2, 3/8 e 1/4 HG). Os animais do grupo genético 1/2 e 1/4 HG apresentaram a maior inclinação de pelo ($P<0,05$). A temperatura retal, espessura do pelame e número de pelos de vacas 1/4, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4 e 7/8 Holandês-Gir são semelhantes e dentro do padrão de normalidade para bovinos leiteiros.

Palavras-chave: bovino leiteiro, gradiente térmico, repostas fisiológicas.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate physiological parameters and morphologic characteristics of the haircoat, and thermic gradients of crossbred cows Holstein-Gir in the Tapira municipal, MG. 49 cows in lactation were used from six Holstein (H) and Gyr (G) genetic groups 1/4, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4 and 7/8 were distributed in delineation throughout the study. The dry-bulb temperature and relative humidity were recorded, and the temperature and humidity index (THI) was calculated. The rectal temperature, respiratory rate and body surface temperature were measured, as were hair thickness, numbers, length and angle. Cows of a larger proportion of the Holstein cattle (5/8, 3/4 e 7/8 HG) demonstrated a longer respiratory frequency of the upper hair in comparison to the animals with a genetic composition closer to Zebu (1/2, 3/8 e 1/4 HG). Animals from the 1/2 and 1/4 HG genetic groups showed the greatest hair angle ($P<0.05$). The rectal temperature, hair coat thickness and number of hairs of 1/4, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4 and 7/8 Holstein-Gyr cows were similar and within the normal range for dairy cattle.

Key words: dairy cattle, thermal gradient, physiological responses.

LISTA DE ABREVIATURAS

- ABCG – Associação Brasileira dos Criadores de Girolando
- BEA – Bem-estar animal
- Bst – Hormônio somatotropina bovina
- CP – Comprimento dos dez maiores pelos da amostra (mm)
- Cwa – Clima semi-úmido com inverno seco e verão quente e chuvoso
- EP – Espessura do pelame (mm)
- FR – Frequência respiratória (mov.min⁻¹)
- HG – Holandês-Gir
- IP – Inclinação dos pelos (°grad)
- ITU – Índice de temperatura e umidade
- Np – Número de pelos (pelos/cm²)
- PMGG – Programa de Melhoramento Genético da Raça Girolando
- PS – Puro Sintético
- Ta – Temperatura ambiente (°C)
- TBS – Temperatura do bulbo seco (°C)
- TCI – Temperatura crítica inferior (°C)
- TCS – Temperatura crítica superior (°C)
- TPO – Temperatura de ponto de orvalho (°C)
- TR – Temperatura retal (°C)
- TR-Ta – Diferença entre as temperaturas retal e do ambiente
- TR-TSC – Diferença entre as temperaturas retal e da superfície corporal
- TSC – Temperatura da superfície corporal (°C)
- TSC-Ta – Diferença entre as temperaturas da superfície corporal e do ambiente
- URA – Umidade relativa do ar (%)
- ZCT – Zona de Conforto Térmico

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valor médio e desvio padrão, mínimo e máximo das variáveis climáticas no período de observação dos parâmetros fisiológicos e características morfológicas do pelame de vacas cruzadas Holandês-Gir (HG), Tapira, MG.....	29
Tabela 2 – Média e desvio padrão da Temperatura Retal (TR), Frequência Respiratória (FR) e Temperatura da Superfície Corporal (TSC) de vacas cruzadas Holandês-Gir (HG), Tapira, MG.....	30
Tabela 3 – Média e desvio padrão da Espessura do Pelame (EP), Número de Pelos (NP), Comprimento dos Pelos (CP) e Inclinação dos Pelos (IP) de vacas cruzadas Holandês-Gir (HG), Tapira, MG.....	32
Tabela 4 – Média e desvio padrão dos gradientes térmicos entre as temperaturas retal e da superfície corporal (TR-TSC), temperaturas da superfície corporal e do ambiente (TSC-Ta) e temperaturas retal e do ambiente (TR-Ta) de vacas cruzadas Holandês-Gir (HG), Tapira, MG.....	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Fatores climáticos no Brasil	13
2.2 Avaliação do estresse térmico em bovinos.....	14
2.3 Conforto térmico de bovinos.....	16
2.4 Índice de conforto térmico para vacas leiteiras.....	17
2.5 Processos de troca de calor.....	18
2.6 Características produtivas e adaptabilidade das raças Holandesa e Gir.....	18
2.7 Histórico da raça Girolando.....	19
2.8 Bem-estar de vacas leiteiras.....	21
2.9 Pecuária e clima na região do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5 CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS.....	36
ANEXO.....	47

1. INTRODUÇÃO

O estresse térmico corresponde à força exercida pelos componentes do ambiente térmico sobre um organismo, causando nele uma reação fisiológica proporcional à intensidade da força aplicada e à capacidade do organismo em compensar os desvios causados pela força (SILVA, 2000). Sob condições de estresse térmico, os animais acionam o seu sistema termorregulador para a manutenção da temperatura corporal, buscando aumentar a dissipação do calor em ambientes de clima quente (TOSETTO et al., 2014).

Neste tipo de ambiente, caracterizado por temperatura e umidade relativa elevadas, o incremento de produtividade pode ser alcançado com a utilização de genótipos mais produtivos (FAÇANHA et al., 2013). Neste sentido, a raça Girolando, oriunda do cruzamento entre animais das raças Gir e Holandês, apresenta elevado potencial genético para a produção de leite e adaptabilidade ao calor (MIRANDA; FREITAS, 2009). Tal fato decorre da manutenção da variabilidade genética presente nos diversos grupos genéticos que a raça apresenta, desde quando foi formada, há 23 anos (CANAZA-CAYO et al., 2014).

O processo de termorregulação de animais envolve alterações nos parâmetros fisiológicos como a temperatura retal, frequência respiratória, e temperatura da superfície corporal que constituem medidas adequadas para o monitoramento da sensibilidade de bovinos a elevação da temperatura e umidade relativa (COSTA e SILVA et al., 2009). Por outro lado, medidas do pelame, tais como o comprimento, espessura e quantidade de pelos também devem ser consideradas para a seleção de bovinos resistentes contra os efeitos deletérios da radiação solar (MATA e SILVA et al., 2013).

O conhecimento da adaptabilidade de bovinos leiteiros ao ambiente térmico constitui elemento fundamental para a sustentabilidade da pecuária leiteira, uma vez que ele representa o limite entre a produção e a saúde, garantindo dessa forma produtividade e bem-estar animal. O município de Tapira localiza-se na microrregião de Araxá, região do Alto Paranaíba, estado de Minas Gerais. Essa microrregião apresenta condições climáticas favoráveis à manutenção de temperatura ambiental termicamente confortável à produção

de vacas leiteiras (NASCIMENTO; NASCIMENTO, SILVA, 2014). O clima da região é condicionado por fatores geológicos, como a ocorrência de elevadas altitudes, que contribuem para a queda da temperatura do ar (NOVAIS, 2011).

Os efeitos do estresse térmico são mais acentuados para os bovinos produtores de leite, que apresentam um metabolismo elevado, com maior produção de calor endógeno (ARCARO JÚNIOR et al., 2003). Por este motivo, vacas cruzadas também podem ser sensíveis aos efeitos do estresse térmico, principalmente aqueles grupos cuja composição genética é mais próxima da raça Holandesa (BORGES et al., 2012), sendo necessários, portanto, estudos a respeito da termorregulação desses animais. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito da composição genética sobre as características de termorregulação de vacas Girolando em Tapira, MG.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fatores climáticos no Brasil

Devido à posição geográfica, grande parte do território brasileiro recebe elevada incidência da radiação solar. Este cenário produz temperatura e umidade relativa elevada, e movimentação do ar reduzida, o que acarreta em baixa eficiência na perda de calor, favorecendo falhas na termorregulação dos animais (SILVA; MORAIS; GUILHERMINO, 2006).

Em termos práticos, a temperatura é determinada pela quantidade de calor solar em dada região entre as estações. A quantidade de calor depende do ângulo do sol, e das características da atmosfera. Além disso, é influenciada por diversos fatores como o relevo, a proximidade dos corpos hídricos e a natureza da superfície (BARBOSA, 2006). Regiões de baixa latitude apresentam altos níveis de radiação solar e altas temperaturas (PEREIRA, 2005), as quais podem sofrer variações ao longo do dia e do ano, devido ao balanço da radiação (TUBELIS; NASCIMENTO, 1992).

O efeito da temperatura sobre a fisiologia e comportamento dos animais é dependente de outros fatores climáticos, principalmente, o nível de umidade

atmosférica, à medida que aumenta a dependência de processos evaporativos para a termorregulação. Em condições de clima quente e muito seco, a evaporação ocorre rapidamente e o contrário se processa em ambiente quente e muito úmido, no qual a evaporação ocorre mais lentamente, o que aumenta os efeitos prejudiciais do estresse por calor (SILVA, 2000).

2.2 Avaliação do estresse térmico em bovinos

Grande parte do rebanho bovino introduzido no país não se adapta ao ambiente quente, já que são oriundos de países de clima temperados, onde predominam condições climáticas mais amenas. Dessa forma, os rigores climáticos presentes no Brasil podem comprometer a manutenção da homeotermia dos animais, que são submetidos à condição de estresse pelo calor. Nessa circunstância, processos fisiológicos são alterados com a finalidade de dissipar o calor para o ambiente, o que inclui as temperaturas retal e corporal, frequência respiratória e cardíaca (FURTADO et al., 2012). Essas características fisiológicas, bem como as propriedades da pelagem podem ser utilizadas para avaliar a adaptação dos animais ao calor (SILVA, 2000).

Animais submetidos à intensa radiação solar produzem maior quantidade de calor endógeno, o que acarreta no aumento da Temperatura Retal (TR). A TR é um bom indicador da temperatura corporal, porque não sofre tantas variações como as regiões superficiais do corpo, que estão mais expostas às influências do ambiente externo (SILVA et al., 2000). De acordo com Martello (2006), a elevação da TR sinaliza que os mecanismos de liberação do calor tornaram-se insuficientes, provocando o estoque de calor interno. Tal condição ocorre principalmente no verão em ambientes tropicais, devendo por este motivo ser utilizado para avaliar o nível de estresse durante esse período (MEDEIROS et al., 2007).

O aumento da Frequência Respiratória (FR) é a primeira evidência de bovinos submetidos ao estresse pelo calor. Nessa condição, a FR eleva-se antes da TR, sendo por este motivo um indicador adequado para avaliar a

sensibilidade de bovinos a ambientes adversos. A elevação da FR pode ser um método eficiente para perda de calor, exceto, se ocorrer por um período prolongado, o que pode influenciar negativamente a ingestão de alimentos e ruminação (ROBERTSHAW, 2006).

As características do pelame também estão intimamente relacionadas à capacidade termorregulatória dos bovinos, como a cor, densidade e comprimento dos pelos, e espessura do pelame, que podem variar ao longo do ano (FAÇANHA et al., 2010). Os bovinos da raça Holandesa apresentam a cor da epiderme e do pelame semelhante, o que pode afetar de forma negativa a sua termorregulação. Isso ocorre porque as malhas pretas absorvem a maior parte da radiação incidente, o que contribui para o maior aquecimento do animal, apesar deste tipo de pelame estar mais protegido contra os efeitos dos raios ultravioleta. Por outro lado, a malha branca reflete grande parte da radiação solar, o que acarreta menor temperatura em comparação às malhas escuras, porém, devido à ausência de melanina está mais desprotegida, o que pode acarretar queimaduras intensas (SILVA; LASCALA JUNIOR; TONHATI, 2003). Neste sentido, a seleção de animais portadores de pelame que protejam a epiderme e que facilitem a dissipação de calor corporal é primordial em ambiente tropical (FAÇANHA et al., 2010). Portanto, neste tipo de ambiente é preferível que o animal apresente o menor isolamento térmico possível e epiderme pigmentada (SILVA, 1999).

Em pesquisa realizada sobre as características morfológicas do pelame em ambiente semiárido, observou-se que os rebanhos com alta proporção da raça Holandesa apresentaram maior espessura do pelame, maior comprimento e densidade numérica de pelos, e elevada temperatura da superfície corporal (TSC). Ao contrário, os bovinos de origem zebuína que são mais adaptados ao calor, como o Guzerá, apresentaram pelames poucos espessos, com pelos curtos e bem assentados (FAÇANHA et al., 2010).

2.3 Conforto térmico de bovinos

Os bovinos, assim como os demais mamíferos homeotérmicos conseguem manter a temperatura corporal constante (AZEVEDO et al., 2008). Para tanto, é necessário que haja equilíbrio entre a produção (termogênese) ou absorção e as perdas de calor (termólise), por meio de alterações fisiológicas, metabólicas e comportamentais, de forma a reduzir as consequências adversas da hipo ou hipertermia, dependendo da localidade (BERTIPAGLIA et al., 2007). Entretanto, a manutenção da homeotermia se processa apenas num certo limiar, que corresponde à chamada Zona de Conforto Térmico (ZCT). Dentro da ZCT, o animal não sofre estresse pelo frio e nem pelo calor, e, além disso, o custo fisiológico e gasto de energia para a manutenção do animal são mínimos, podendo ser mobilizados para os processos produtivos (SILVA, 2000).

Os limites da ZCT são a Temperatura Crítica Inferior (TCI), abaixo da qual os animais sentem frio, e a Temperatura Crítica Superior (TCS), que quando ultrapassada provoca estresse por calor (SILVA, 2000; BACCARI JÚNIOR, 2001). Esses limites podem variar de acordo com as condições ambientais como o aumento da velocidade do vento que amplia a zona de conforto, e aumento da radiação solar e umidade que diminui a zona de conforto (ABLAS, 2002). Para os bovinos, a ZCT é dependente de vários fatores, como a raça, sexo, idade, e da capacidade de tolerância ao calor, que pode se relacionar as características corporais e fatores genéticos (BIANCHINI et al., 2006).

Os zebuíños, reconhecidamente mais adaptados ao calor, suportam condições climáticas mais adversas com extremos de temperatura que pode variar entre 10°C a 27°C. Já os bovinos leiteiros, que são selecionados e adaptados a ambiente temperado, suportam temperaturas com extremos mais reduzidos (0°C a 16°C). As raças cruzadas são geneticamente intermediárias entre os taurinos e zebuínos, e por isso apresentam a ZCT entre de 5°C e 31°C (PEREIRA, 2005). Apesar dos animais mestiços apresentarem maior adaptabilidade ao ambiente quente do que as raças europeias, também podem manifestar alterações fisiológicas desencadeadas pelo estresse por calor

(AZEVEDO, 2005), principalmente aqueles, cuja composição genética é mais próxima do gado Holandês (BORGES et al., 2012).

2.4 Índice de conforto térmico para vacas leiteiras

O efeito do ambiente sobre o conforto térmico de bovinos pode ser estimado por meio do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), que apresenta num único parâmetro dados referentes à temperatura e umidade, podendo avaliar com maior precisão a caracterização climática de uma localidade (SILVA, 2000). A expressão do ITU proposta por Thom (1958) é: $ITU = TBS + 0,36 \cdot TPO + 41,5$; em que TBS é a temperatura do bulbo seco ($^{\circ}\text{C}$), e TPO é a temperatura de ponto de orvalho ($^{\circ}\text{C}$). De acordo Armstrong (1994), valores de ITU entre 72 a 78 são classificados como ameno ou brando, 79 a 88 como moderado e 89 a 98 como severo. ITU abaixo de 72 caracteriza um ambiente com ausência de estresse térmico (BACCARI JÚNIOR; AGUIAR; TEODORO, 1995). No entanto, pesquisas têm demonstrado que os valores atuais de ITU subestimam a gravidade dos níveis de estresse por calor, sendo recomendado valor de ITU menor que 68 para vacas leiteiras de alta produção (ZIMBELMAN; COLLIER, 2011).

Vacas leiteiras apresentam maior taxa metabólica, que corresponde a maior produção de calor interno e, portanto, maiores níveis de sensibilidade ao estresse pelo calor (SILVA et al., 2012). De acordo com Perissinotto e colaboradores (2007), a maior sensibilidade ao calor acarreta uma diminuição da ingestão de matéria seca e consequentemente de energia metabolizável, reduzindo dessa forma a produção de leite. Portanto, o monitoramento das condições ambientais é primordial para o desenvolvimento de qualquer atividade produtiva, visto que em situação adversa, os animais buscam primeiramente manter sua fisiologia em estado normal (homeostase) e em último caso, à lactação e demais funções produtivas (BACCARI JÚNIOR, 2001).

2.5 Processos de troca de calor

A termólise possui importância vital no cenário da bovinocultura brasileira, já que os animais frequentemente estão expostos ao estresse por calor, tendo que acionar o sistema de termorregulação a fim de reestabelecer a sua homeotermia. O objetivo dos animais homeotermos é manter a temperatura interna corporal maior do que a temperatura do ambiente, para permitir um fluxo de calor entre o organismo e o ambiente externo (COLLIER; DAHL; VANBAALE, 2006). O fluxo de calor ocorre por quatro mecanismos: condução, convecção, radiação e evaporação.

A condução, convecção, e radiação são processos de perda de calor do tipo sensível, que necessitam de um gradiente térmico para ocorrer. Esses processos correspondem a 75% das perdas de calor dentro da termoneutralidade. Porém, quando a temperatura ambiental se eleva, aproximando-se da temperatura corporal, o gradiente de temperatura torna-se pequeno, o que inviabiliza as perdas de calor pela forma sensível. Nesta circunstância, sob condições de temperaturas que excedem a ZTC, o fluxo de calor através de processos evaporativos são os mais significativos para a dissipação do calor latente, sobretudo a respiração e a evaporação cutânea (FAÇANHA, 2013).

2.6 Características produtivas e adaptabilidade das raças Holandesa e Gir

O melhoramento genético dos bovinos, substanciado pela heterose ou vigor híbrido, fenômeno no qual os filhos apresentam melhor desempenho, vigor, ou maior produção que a média dos pais é uma das alternativas mais executadas para contornar as intempéries climáticas das regiões tropicais e subtropicais. Neste sentido, a raça mais difundida no Brasil é a Girolando, raça sintética, bimestiça, desenvolvida a partir do cruzamento do gado Holandês com o Gir (MIRANDA; FREITAS, 2009).

Apesar da raça Holandesa apresentar elevada especialização para produção de leite, os animais são mais exigentes com relação a cuidados,

necessidades de conforto e de manejo, além de apresentar maior suscetibilidade à presença de parasitas (MIRANDA; FREITAS, 2009). Além disso, apresentam maior sensibilidade ao estresse térmico devido a menor eficiência de mecanismos termorreguladores como pelame inadequado ao ambiente, e menor capacidade respiratória (MCMANUS et al., 2005).

Em termos zootécnicos, o gado holandês, assim como os demais taurinos (*Bos taurus taurus*), apresenta elevada capacidade produtiva, precocidade e mansidão, o que aliado à rusticidade das raças zebuínas pode gerar animais com dupla aptidão e adaptados aos trópicos (MIRANDA; FREITAS, 2009). A adaptabilidade dos zebuínos (*Bos taurus indicus*) ao ambiente tropical está relacionada à presença de membros mais longos e mais irrigados, e melhor capacidade de sudação devido ao maior número de glândulas sudoríparas quando comparados aos taurinos (SILVA, 2008).

Apesar dos mecanismos mais eficientes de termorregulação, os zebuínos apresentam taxa metabólica reduzida, o que influencia de forma negativa os índices de produção de carne e leite destes animais (HANSEN, 2004). Por este motivo faz-se necessária à utilização de animais cruzados (*Bos taurus* x *Bos indicus*) na pecuária leiteira nacional, com o objetivo de produzir animais produtivos, e adaptados aos rigores climáticos. A raça Gir frequentemente é utilizada em cruzamentos para a obtenção deste tipo de genótipo, já que é a mais especializada das zebuínas para produção de leite (MENDES RUAS et al., 2014).

2.7 Histórico da Raça Girolando

A raça Girolando foi oficializada em 1996 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), conforme a Portaria N° 79 de 01 de fevereiro de 1996, de acordo com a Associação Brasileira dos Criadores de Girolando (ABCG, 2015). Desde então, a ABCG, tem sido encarregada de executar, desenvolver e acompanhar o registro genealógico e as provas zootécnicas da raça, passando, então, a coletar e avaliar dados de

características de produção, reprodução, conformação e manejo (SILVA et al., 2010).

A raça foi originada na década de 40, pelo cruzamento entre a raça Holandesa (H), que apresenta alta capacidade para produção de leite, e da raça Gir (G), devido a sua elevada rusticidade. Em 2007 foi implementado o Programa de Melhoramento Genético da Raça Girolando (PMGG), o que não só permitiu a continuação das atividades executadas pela Associação, como o serviço de registro genealógico, o teste de progênie, controle de leite, bem como a criação do sistema de avaliação linear (SILVA et al. 2014). A implementação do PMGG tem como objetivos a identificação de indivíduos superiores, a reprodução genética de forma orientada, a avaliação de características econômicas e realização da atividade leiteira de forma sustentável, o que vêm promovendo resultados satisfatórios (SILVA et al., 2014).

Desde o ano 2000, observa-se um crescente aumento da produção leiteira de vacas primíparas, o que possibilitou um incremento de 19,4% na produção de leite em 2013 de acordo com o PMGG. Ainda de acordo com o documento, registrou-se média de produção de 4.534 Kg de leite em 305 dias no período de 2000 a 2013 (SILVA et al., 2014). Este fato contribui para que a raça apresente um elevado nível de aceitação entre os pecuaristas, tanto é que 80% do leite produzido no Brasil provêm de animais da raça Girolando (SILVA et al., 2014). O grupamento étnico formador da raça Girolando perpassa por diferentes composições genéticas, desde 2/8 H + 6/8 G até 7/8 H + 1/8 G. No entanto, somente os animais oriundos do cruzamento de matrizes e touros 5/8 H + 3/8 G são considerados como Puros Sintéticos (PS), o que corresponde à raça Girolando, propriamente dita. Dessa forma, os acasalamentos devem ser direcionados para a fixação do padrão racial na composição genética 5/8 HG, com a finalidade de produzir animais produtivos e padronizados que atendam as demandas dos produtores de leite (SILVA et al., 2014).

Apesar do direcionamento dos acasalamentos para a produção de animais PS, a elevada variabilidade genética presente nas demais composições genéticas formadoras da raça Girolando permite que se adequem

as diversas condições climáticas presentes no Brasil. Esse é o diferencial da raça Girolando, em comparação com as demais raças cruzadas, porque possibilita ao produtor a escolha de animais adaptados a sua condição climática local, de modo que sejam tolerantes ao estresse por calor e mantenham uma produção de leite eficiente. Neste sentido, destaca-se o trabalho desenvolvido pela ABCG através do teste de progênie de touros, o qual vem contribuindo para a manutenção da variabilidade do rebanho Girolando, devido, sobretudo a orientação dos acasalamentos a fim de se evitar problemas advindos da endogamia (CANAZA-CAYO et al., 2014).

É preciso enfatizar que as características relacionadas aos animais, tais como o pelame, produção de calor metabólico, e padrões comportamentais podem variar entre os animais e entre os grupos de um rebanho. Por este motivo, tornam-se necessários estudos a cerca da capacidade de estimar os efeitos do estresse térmico sobre os animais com características provenientes de raças diversas, a fim de melhorar a gestão do gado leiteiro em climas quentes (BERMAN, 2005).

2.8 Bem-estar de vacas leiteiras

Os bovinos apresentam mecanismos cerebrais complexos que controlam o comportamento, uma estrutura social sofisticada e elevada capacidade de aprendizagem (PHILLIPS, 2002; HAGEN; BROOM, 2003, 2004). Devido a estes conhecimentos, durante os últimos 50 anos vem se modificando aspectos relacionados ao manejo dos bovinos, e reconsideração por parte de cientistas da produção animal sobre os efeitos da condição e dos procedimentos no ambiente produtivo que se relacionam a eficiência produtiva e ao bem-estar dos animais (BROOM; FRASER, 2010). Esse paradigma contribuiu para a difusão de práticas de bem-estar em muitos sistemas de produção, cuja discussão se estabeleceu para outros segmentos da sociedade, principalmente o consumidor.

A produção animal humanitária vem se constituindo como uma exigência da sociedade, sendo crescente a demanda por produtos derivados de sistemas

que considerem o bem-estar animal (BOND et al., 2012). De acordo com Broom (1986), o Bem-Estar Animal (BEA) constitui o estado do animal diante de suas tentativas de se adaptar ao ambiente em que se encontra, de forma que quanto mais adverso o ambiente, maior dificuldade terá o animal em se adaptar, tendo consequentemente um reduzido grau de bem-estar. O BEA pode ser medido cientificamente de forma objetiva através de parâmetros fisiológicos (COLLIER et al., 1982), comportamentais e condição sanitária (MELLOR; STAFFORD, 2004) e também através das emoções dos animais, que apesar de constituir um método subjetivo, é de grande importância (DUNCAN, 2005).

A definição de bem-estar para animais de produção atualmente é baseada no reconhecimento das cinco liberdades inerentes aos animais, estabelecido pelo Conselho de Bem-Estar de Animais de Produção (Farm Animal Welfare Council – FAWAC) em 1967:

- 1) Liberdade fisiológica: ausência de fome e sede.
- 2) Liberdade ambiental: ausência de desconforto térmico ou físico.
- 3) Liberdade sanitária: ausência de injúrias e doenças.
- 4) Liberdade comportamental: possibilidade dos animais expressarem padrões comportamentais normais.
- 5) Liberdade psicológica: ausência de medo e ansiedade.

Dentre esses cinco itens citados anteriormente, o conceito de liberdade ambiental possui importância notória no que concerne aos sistemas de criação animal em ambientes quentes.

No contexto da produção leiteira, apesar do Brasil apresentar disponibilidade de área e clima viável ao sistema de criação animal a pasto, o que confere menores restrições comportamentais (BOND et al., 2012), não significa necessariamente que o animal se encontre em condição de bem-estar. Isso ocorre porque uma grande porção do território brasileiro apresenta clima bastante adverso, o que pode comprometer a saúde, e consequentemente submeter os animais à situação de estresse por calor. O estresse térmico (MOLENTO; BOND, 2008), e outros fatores relacionados ao sistema de confinamento como a ocorrência de doenças (BROOM; FRASER, 2010), bem

como restrições comportamentais constituem os pontos críticos de bem-estar na produção leiteira (GREGORY, 1998).

A importação de material genético proveniente da Europa e América do Norte foi um dos fatores que permitiram o aumento da produção de leite nas propriedades brasileiras. Entretanto, estes animais apresentam reduzida adaptabilidade ao clima quente e úmido presente no Brasil, que somado a pressão para alta produção e demanda nutricional confere sérias restrições ao bem-estar dos animais (OLTENACU; ALGERS, 2005). A seleção genética contribuiu de forma preponderante para contornar este fato, visto que tem possibilitado o aumento da produção de vacas leiteiras em comparação aos seus ancestrais. Este fato, porém, gera indagações sobre se estar no nível máximo de produção, ou além dele, pode acarretar em sérias consequências sobre o bem-estar animal. A ocorrência de doenças no rebanho como claudicação, mastite e problemas de fertilidade são maiores à medida que a produção aumenta. De fato, a seleção genética não levou em adequada consideração a adaptabilidade e o bem-estar de vacas leiteiras (BROOM; FRASER, 2010), devendo por este motivo ser analisada com cautela.

Outro ponto crítico do bem-estar de vacas leiteiras reside na utilização indiscriminada do hormônio somatotropina bovina (Bst) para incrementar a produção de leite, o que acarreta em efeitos nocivos sobre a saúde dos bovinos (EU SCAHAW, 1999). A aplicação da Bst pode levar a desordens de casco, mastite e reações no local da injeção, produzindo condições dolorosas e debilitantes em vacas leiteiras (EU SCAHAW, 2001). É relevante considerar que a eficiência produtiva só será alcançada, caso o animal esteja em condições de conforto térmico (SOUZA; SOUZA; SOUZA, 2005), e isso implica, necessariamente, no oferecimento de instalações que atendam as necessidades intrínsecas de sobrevivência destes animais.

A adoção de tecnologias adequadas aos sistemas de confinamento de vacas produtoras de leite para a profusão de um ambiente mais confortável pode ser efetuado por meio da instalação de climatizadores, que contribui para a minimização do estresse térmico (ALMEIDA et al., 2010; 2013, RODRIGUES; SOUSA; PEREIRA FILHO, 2010). Além disso, o oferecimento de sombra

promovido pela preservação de espécies arbóreo/arbustivas em condições tropicais pode condicionar o conforto dos animais, permitindo o pastejo inclusive nos períodos mais quentes do dia, repercutindo de forma positiva sobre a produtividade animal (OLIVEIRA et al., 2011). Dessa forma, a produção animal voltada para a sustentabilidade, cujo desempenho produtivo não seja o foco principal, parece oferecer aspectos positivos sobre o BEA, e éticos aos produtos oriundos de tal processo, demanda cada vez maior do consumidor.

2.9 Pecuária e clima nas regiões do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro

O monitoramento das condições climáticas possui fundamental importância na gestão da pecuária, tanto em ambientes frios, quanto em ambientes quentes (NIENABER; HAHN, 2007). Tal consideração é essencial para o sucesso da atividade leiteira, visto que os bovinos evoluíram em regiões distintas, onde predominam zona de conforto térmico e condições edafoclimáticas diferentes para cada região (ROCHA et al., 2012).

A região do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro é uma das doze mesorregiões do estado de Minas Gerais, que abrange 66 municípios, agrupados em sete microrregiões, na porção oeste do estado (NOVAIS, 2011). A região está inserida no Cerrado, segundo maior bioma do Brasil, constituído por diversos tipos de vegetação, que vão desde espécies rasteiras e formas campestres (campo limpo), até grandes formações florestais (cerradão) (AB'SABER, 2003).

Na região do Alto Paranaíba, no topo do planalto de Araxá e serra da Canastra predomina a vegetação de campos rupestres, caracterizada por formações herbáceo-arbustivas associadas a afloramentos rochosos ou solos comumente rasos, formados pela decomposição das rochas (EITEN, 1983). Devido às condições restritivas do solo e do clima peculiar, a vegetação é típica, ocorrendo muitos endemismos e espécies raras (ROMERO; NAKAJIMA, 1999). A ocorrência desse tipo de vegetação, assim como qualquer outra formação vegetacional é determinada pelo clima, cuja variação no espaço geográfico e no tempo é condicionada em grande parte pela variação da

intensidade da radiação solar (PILLAR, 1995). Dessa forma, os campos rupestres localizam-se no topo das serras no sudeste de MG, onde as temperaturas médias anuais são mais reduzidas (NOVAIS, 2011).

O planalto de Araxá é caracterizado por superfícies tabulares e escarpas com domos de estrutura elevada, como o domo de Tapira, situado entre 900 e 1280 metros. A cidade, que se localiza na região Norte da Serra da Canastra sofre influencia do paredão que apresenta mais de 150 metros de altura no sentido Leste-Oeste, o que impede que os raios solares atinjam o solo abaixo da serra na maioria dos meses, provocando um resfriamento anual atípico, com queda da temperatura ainda mais acentuada no período do inverno (NOVAIS, 2011).

Em mapeamento pluviométrico realizado entre os anos de 1980 e 2009, no período do inverno (julho), a região da serra da Canastra apresentou temperaturas típicas de clima temperado, abaixo de 15 °C. Outubro é o mês mais quente da região do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro, devido à elevada incidência dos raios solares, e reduzida nebulosidade do céu em comparação com os meses a seguir (NOVAIS, 2011).

Entretanto, enquanto a região do Triângulo Mineiro registrou temperaturas entre 22 e 24 °C, com maior valor registrado no município de Santa Vitória (28,7 °C), a serra da Canastra apresentou temperaturas abaixo de 20 °C. Os valores de temperatura são reflexos do cimento topográfico, sendo que no topo do relevo localizado a leste, na serra da Canastra e no planalto de Araxá, as temperaturas médias anuais ficam abaixo de 19 °C. O contrário é observado na região do pontal, a oeste, cuja altitude abaixo de 400 metros e a continentalidade contribuem para que a temperatura média anual alcance 26 °C (NOVAIS, 2011).

O relevo também influencia o regime de chuvas na serra da Canastra, que apresentou a maior pluviosidade da mesorregião do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro, com valores acima de 1.750 mm de chuva anual. A altitude e rugosidade da região refletem na distribuição de chuvas de leste para oeste, sendo que as regiões de baixa altitude apresentam menores índices pluviométricos, enquanto que a altitude do planalto de Araxá contribui para que

as chuvas, sobretudo de origem orográfica se concentrem na região (ROCHA; NOVAIS, 2012).

Essa condição climática mais amena torna favorável o desenvolvimento da agropecuária na região do Alto Paranaíba, que além de produzir um dos melhores cafés do Brasil, ainda se destaca pela produção de leite e queijo (NOVAIS, 2011).

Em pesquisa realizada para estimativa da produção leiteira e o consumo alimentar de bovinos, a partir da ocorrência de ondas de calor no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, foram verificados maiores valores de ITU (acima de 75) nos meses de janeiro, fevereiro, outubro e novembro. Os valores de ITU classificados em emergência (média ≥ 84) foram observados nas cidades localizadas na mesorregião do Triângulo Mineiro como Frutal e Ituiutaba, que apresentaram também quantidade considerável de ondas de calor durante os anos de 2000 a 2010 (NASCIMENTO; NASCIMENTO; SILVA, 2014).

Onda de calor pode ser definida como um período de mais de três dias consecutivos de temperatura máxima igual ou superior a 32 °C (ENVIRONMENT CANADÁ, 1996). Nos municípios de Ituiutaba e Frutal foram registrados valores médios de 10,9 e 8,72 ondas de calor, respectivamente. Os autores relacionaram esses índices climáticos com dados referentes à nutrição e produção de leite, tendo considerado que nas regiões mais quentes, ocorre menor ingestão de alimentos e consequentemente queda na produção de leite.

Nas cidades localizadas na microrregião de Araxá, como Patrocínio e Sacramento não foram verificadas ocorrências de ondas de calor. Na pesquisa citada, os parâmetros climáticos foram utilizados em associação com outras variáveis ambientais para constituir uma avaliação mais precisa da condição climática de uma determinada região. Dessa forma, os dados referentes ao ITU, associados com a ocorrência e frequência/ano de ondas de calor puderam caracterizar os municípios da microrregião de Araxá com ambiente térmico adequado para a criação de vacas leiteiras (NASCIMENTO; NASCIMENTO; SILVA, 2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em outubro de 2013, no município de Tapira ($46^{\circ}49'12''W$, $19^{\circ}54'55''S$), a 1091 m de altitude, Estado de Minas Gerais, Brasil. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, semi-úmido com inverno seco e verão quente e chuvoso (SÁ JÚNIOR, 2009).

O mês de outubro foi escolhido devido ser considerado por NOVAIS (2011) o período mais quente da região do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro em razão da elevada incidência dos raios solares, e reduzida nebulosidade do céu em comparação aos demais meses.

A localidade foi escolhida por causa do queijo Minas artesanal que conforme BRASIL (2006) Minas Gerais é o Estado brasileiro que se destaca na sua produção, pois apresenta regiões geográficas distintas com características específicas condicionadas pelos fatores físico-naturais, que propiciam pastagens naturais típicas e o desenvolvimento de bactérias específicas que se multiplicam em cada um desses microclimas e dão a cada queijo aparência e sabor específico.

Foram avaliadas 49 vacas da raça Girolando, multíparas, em lactação, com massa corporal média de $470,71 \pm 5,00$ kg, de seis grupos genéticos Holandês (H) Gir (G): 1/4H 3/4G (n=9), 3/8H 5/8G (n=8), 1/2H 1/2G (n=8), 5/8H 3/8G (n=8), 3/4H 1/4G (n=9) e 7/8H 1/8G (n=7) distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, sendo cada animal uma repetição. Estas eram mantidas em pasto com área sombreada e livre acesso à água, saleiros e comedouros. Pela manhã (9 às 11 horas) em cada animal mediu-se a frequência respiratória e as temperaturas retal e superficial. A espessura do pelame e a amostragem dos pelos foram coletadas das 14 às 16 horas em cada bovino.

A Frequência Respiratória (FR, $\text{mov}.\text{min}^{-1}$) foi obtida pela contagem visual das oscilações do flanco esquerdo. A Temperatura Retal (TR, $^{\circ}\text{C}$) foi medida com termômetro veterinário digital (G-Tech®) com escala de até 44°C no reto do animal por um minuto. A Temperatura da Superfície Corporal (TSC, $^{\circ}\text{C}$) foi medida na frente, cernelha, virilha e jarrete com termômetro digital infravermelho (Instrutemp® modelo DT 8530 e emissividade de 0,95) e calculou-se a média.

A Espessura do Pelame (EP, mm) foi medida 20 cm abaixo da coluna vertebral, na região torácica mediana com paquímetro analógico (Mitutoyo®).

Em seguida foi tomada uma amostra de pelos na mesma região da espessura do pelame, por meio de um alicate de eletricista adaptado para a determinação de sua quantificação (NP, pelos/cm²), comprimento dos dez maiores pelos (CP, mm) com paquímetro digital (Western®PRO), e inclinação dos pelos (IP, °grad) de acordo com Silva (2000).

Utilizou-se datalogger (404A HOMIS®) colocado próximo ao ambiente das coletas para medir a temperatura ambiente (Ta), umidade relativa do ar (URA) e Ponto de Orvalho (PO) a cada 5 minutos. Após, calculou-se o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) de acordo com Thom (1958). Os gradientes térmicos foram calculados pela diferença entre as temperaturas retal e da superfície corporal (TR-TSC), temperaturas da superfície corporal e do ambiente (TSC-Ta) e temperatura retal e do ambiente (TR-Ta).

Os dados foram submetidos ao procedimento de análise de variância em delineamento inteiramente ao acaso seguido do teste de Scott-Knott para comparação de médias conforme procedimentos descritos em Banzatto e kronka (2013). Os pressupostos da análise de variância de normalidade dos erros e de homocedasticidade de variâncias foram verificados respectivamente, pelos testes de Anderson-Darling e de Levene e os pressupostos de aditividade do modelo e de independência de erros foram avaliados por meio da análise gráfica dos resíduos. Os procedimentos de análises estatísticas foram realizados no programa Sisvar (FERREIRA, 2011), adotando-se a significância de 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os elementos climáticos, tais como a Ta, a URA, e o ITU foram favoráveis à manutenção da zona de conforto térmico de vacas da raça Girolando. A Ta manteve-se dentro da faixa de termoneutralidade, que de acordo com Pereira (2005) pode variar entre 5 e 31°C, sendo adequada para o conforto térmico de vacas cruzadas em lactação. O valor médio da URA mostrou-se próximo a 70%, e o valor máximo ultrapassou esse índice, considerado limite para o conforto de vacas lactantes de clima quente (NÄÄS; ARCARO JÚNIOR, 2001). Valores elevados de umidade relativa do ar podem

prejudicar o conforto térmico, reduzindo a produção de leite, principalmente, se os níveis de temperaturas também forem elevados (PEREIRA, 2005), o que não ocorreu neste estudo. O ITU mostrou-se adequado aos limites de termotolerância, pois de acordo com Azevedo e colaboradores (2005), deve manter-se <75, cujo valor máximo neste estudo não ultrapassou esse limite (Tabela 1).

Tabela 1 – Valor médio e desvio padrão, mínimo e máximo das variáveis climáticas no período de observação dos parâmetros fisiológicos e características morfológicas do pelame de vacas cruzadas Holandês-Gir (HG), Tapira, MG.

Fatores climáticos	Média	Mínimo	Máximo
Temperatura ambiente (°C)	20,25 ± 0,24	17,7	25,8
Umidade relativa do ar (%)	69,75 ± 0,97	48,2	94,7
Índice de temperatura e umidade	66,90 ± 0,24	64,04	72,77

A TR é um dos indicadores mais sensíveis da resposta fisiológica ao estresse térmico em bovinos, pois em condições normais é praticamente constante (SILANIKOVE, 2000), sendo uma variação de apenas 1°C responsável pela redução de desempenho na maioria das espécies animais (SHEBAITA; EL-BANNA, 1982). A TR das vacas Girolando não diferiu entre si e esteve dentro do padrão de normalidade (Tabela 2). De acordo com ROBINSON (1999), a temperatura retal entre 38 e 39,3°C representa valores fisiológicos normais para bovinos leiteiros. A região de Tapira apresenta elevada altitude e, portanto, reduzida incidência de radiação solar e temperatura. Esses fatores, provavelmente, podem ser indicativos da constância térmica retal apresentada pelas vacas da raça Girolando, já que a incidência da radiação é o principal fator responsável pelo acréscimo do calor corporal interno para animais criados ao ar livre (BAÊTA; SOUZA, 2010).

Tabela 2 – Média e desvio padrão da Temperatura Retal (TR), Frequência Respiratória (FR) e Temperatura da Superfície Corporal (TSC) de vacas cruzadas Holandês-Gir (HG), Tapira, MG.

Grupo genético	TR (°C)	FR (mov.min ⁻¹)	TSC (°C)
1/4 HG	38,53 ± 0,36a	33,66 ± 3,60b	29,84 ±1,23a
3/8 HG	38,61 ± 0,35a	35,62 ± 2,38b	29,93 ±1,04a
1/2 HG	38,55 ± 0,36a	33,62 ± 5,90b	30,13 ±1,89a
5/8 HG	38,68 ± 0,42a	37,00 ± 4,00a	30,35 ±2,02a
3/4 HG	38,77 ± 0,53a	38,11 ± 4,01a	30,64 ±0,99a
7/8 HG	38,98 ± 0,46a	39,28 ± 1,70a	30,97 ±1,42a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P>0,05$).

Azevedo e colaboradores (2005) verificaram incremento da temperatura retal em função do aumento dos valores de ITU para animais 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu (HZ), indicando maior sensibilidade dos animais 7/8 HZ em relação aos demais grupos genéticos. Existe diferença entre as raças bovinas quanto a capacidade de regular a temperatura retal, cuja média é superior em *Bos taurus taurus* em relação ao *Bos taurus indicus* (FINCH, 1986), sendo os zebuíños mais tolerantes ao estresse por calor (SILANIKOVE, 2000).

A mensuração da FR é um importante meio de se caracterizar situações de desconforto térmico em bovinos (FERREIRA et al., 2006), já que o seu aumento é o primeiro sinal visível de que o animal está sob estresse por calor (VILELA et al., 2013). Além disso, vacas que apresentam aumento da frequência respiratória por períodos prolongados diminuem a ingestão de alimentos e ruminação e consequentemente ocorre queda na produção de leite (KADZERE et al., 2002). As vacas 1/4, 3/8, e 1/2 HG apresentaram frequência respiratória inferior ($P<0,05$) aos demais grupos genéticos (Tabela 2). Entretanto, todos os animais exibiram este parâmetro dentro de valores fisiológicos normais, que de acordo com Hahn e colaboradores (1997) pode variar entre 18 e 60 mov.min⁻¹ para vacas em lactação. Este resultado era esperado, já que estes bovinos apresentam composição genética mais próxima

de bovinos indianos, caracteristicamente mais resistentes ao calor, e a outros estressores ambientais (BÓ et al., 2003). Lima e colaboradores (2013), observaram valores menores de frequência respiratória em animais 1/2 HG (42 mov.min⁻¹) quando comparado ao 5/8 (49,5 mov.min⁻¹) e 3/4 HG, (58 mov.min⁻¹) indicando que possui uma melhor capacidade de perder calor pelas vias cutâneas. Azevedo e colaboradores (2005) em região com clima do tipo Cwa, e condições ambientais de ITU igual a 85 encontraram valores de frequência respiratória maiores em animais 3/4 e 7/8 HZ em relação a 1/2 HZ, tal qual ocorreu neste estudo, indicando maior sensibilidade ao estresse térmico dos animais com maior composição genética da raça Holandesa.

A TSC não diferiu ($P>0,05$) entre os diferentes grupos genéticos, cuja média se manteve abaixo de 35°C (Tabela 2). De acordo com Collier, Dahl e VanBaale (2006) o valor de 35°C é o suficiente para que haja trocas térmicas por condução. Os resultados deste estudo corroboram os achados de Azevedo e colaboradores (2005), cujos diferentes grupos genéticos de Holandês-Zebu apresentaram diferenças mínimas de TSC, que foi ligeiramente superior nos animais 1/2 HZ, em detrimento dos animais 3/4 e 7/8 HZ respectivamente, possivelmente em razão da cor mais escura do pelame dos animais 1/2 HZ. Entretanto, os autores observaram valores de TSC (34 °C) superiores a média encontrada neste estudo (30,31 °C), possivelmente, devido às condições climáticas da localidade, com temperaturas médias de 21,9 °C e 27,1 °C no inverno e verão respectivamente, valores esses superiores a temperatura média encontrada neste estudo (20,2 °C). Lima e colaboradores (2013) observaram média de TSC maior em vacas 3/4 (34,7 °C), em relação aos bovinos 1/2 (33,4 °C) e 5/8 HG (34°C), no verão, em ambiente tropical úmido.

Os valores médios da EP não diferiram ($P>0,05$) entre os diferentes grupos genéticos (Tabela 3).

Tabela 3 – Média e desvio padrão da Espessura do Pelame (EP), Número de Pelos (NP), Comprimento dos Pelos (CP) e Inclinação dos Pelos (IP) de vacas cruzadas Holandês-Gir (HG), Tapira, MG.

Grupo genético	EP (mm)	NP (pelos/cm ²)	CP (mm)	IP (°grad)
1/4 HG	2,44 ± 0,18a	1071,42 ± 237,76a	5,94 ± 1,38b	25,58 ± 6,2a
3/8 HG	2,28 ± 0,58a	1276,64 ± 550,91a	6,51 ± 1,27b	21,53 ± 7,45b
1/2 HG	2,53 ± 0,53a	1273,78 ± 464,59a	6,26 ± 1,38b	25,89 ± 10,98a
5/8 HG	2,81 ± 0,68a	1299,77 ± 223,79a	8,32 ± 2,49a	21,36 ± 8,06b
3/4 HG	2,55 ± 0,40a	1435,58 ± 325,45a	10,12 ± 4,6a	16,91 ± 5,92b
7/8 HG	2,92 ± 0,15a	1589,79 ± 544,93a	8,50 ± 4,38a	23,22 ± 7,24b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P>0,05$).

Os valores observados neste estudo foram próximos a média encontrada em vacas da raça Holandesa no inverno e verão (2,9 mm) (MATA e SILVA et al., 2013) e superiores aos observados em vacas leiteiras cruzadas no semiárido (1,93 mm) (FAÇANHA et al., 2010). A baixa EP observado por estes autores provavelmente é consequência do ambiente semi-árido, que impõe maiores restrições aos animais, que respondem as condições ambientais apresentando um pelame menos espesso, para facilitar a termólise (MORAIS, 2002). Valores de EP superiores foram observados em animais com alta proporção da raça Holandesa, quando comparados aos animais oriundos de cruzamento com vacas da raça Guzerá, que é mais adaptada ao ambiente tropical, apresentando, portanto, um pelame menos espesso, com pelos curtos e bem assentados, o que contribui para maior perda de energia térmica (FAÇANHA et al., 2010).

O NP não diferiu ($P>0,05$) entre os grupos genéticos (Tabela 3). Apesar dos pelos exercerem proteção da epiderme contra os efeitos deletérios da radiação solar, em ambiente tropical e em campo aberto é mais vantajoso que o bovino apresente menor isolamento térmico possível, desde que sua epiderme seja pigmentada, ainda que absorva maior fração de radiação solar e se aqueça mais (SILVA et al., 2009). Maia e colaboradores (2003), verificaram que o pelame de vacas Holandesas em ambiente tropical nas áreas negras

apresenta pelos mais curtos, mais grossos e menos numerosos facilitando a termólise e processos evaporativos, enquanto que o contrário é observado para as malhas brancas, já que possuem a epiderme despigmentada e, portanto, desprotegida contra os efeitos dos raios ultravioleta. O pelame de revestimento é bastante diverso de um para outro tipo de bovino, de uma para outra raça e mesmo, de um para outro indivíduo (BARNABE, 1975). O período de realização do presente estudo ocorreu na primavera, época em que ocorrem processos de muda do pelame (SILVA, 2000), indicando que os diferentes grupos genéticos poderiam estar passando por este processo para se adequar a estação subsequente que corresponde ao verão.

Vacas 5/8, 3/4 e 7/8 HG apresentaram média de CP superiores ($P<0,05$) aos demais grupos genéticos, que por sua vez não diferiram entre si (Tabela 3). Uma provável explicação para este resultado é devido a sua composição genética, que apresenta grande porcentagem de genes da raça Holandesa. Mata e Silva e colaboradores (2013) observaram média de CP de 11,7 e 8 mm para o pelame de vacas holandesas entre o outono/inverno e a primavera/verão em ambiente semi-árido, sendo estes valores superiores aos encontrados neste estudo. Azevedo e colaboradores (2005) observaram maior CP para vacas cruzadas com composição genética mais próxima da raça Holandesa e o contrário para os animais com alta proporção de Zebu, tal qual ocorreu neste estudo. A presença de pelos mais curtos é uma característica adaptativa dos animais zebuínos às regiões tropicais, onde predominam temperaturas elevadas favorecendo deste modo a dissipação de calor para o ambiente (SILVA, 2000).

A média de IP para vacas 3/8, 5/8, 3/4 e 7/8 HG foram inferiores ($P<0,05$) aos grupos genéticos 1/2 e 1/4 HG (Tabela 1). Maia e colaboradores (2003), encontraram valores de IP de 11,83° e 11,64°, respectivamente, para malha negra e branca de vacas Holandesas. De acordo com os autores, na raça Holandesa, o menor comprimento e espessura do pelame, menor número de pelos por unidade de área e maior inclinação dos pelos é desejável em ambiente tropical para aqueles que apresentam um pelame predominantemente preto, enquanto que o contrário é desejável para aqueles com predominância de pelos brancos já que possuem epiderme com menor proteção contra a radiação solar (MAIA et al., 2003).

Os valores médios dos gradientes térmicos não diferiram ($P>0,05$) entre os grupos genéticos (Tabela 4).

Tabela 4 – Média e desvio padrão dos gradientes térmicos entre as temperaturas retal e da superfície corporal (TR-TSC), temperaturas da superfície corporal e do ambiente (TSC-Ta) e temperaturas retal e do ambiente (TR-Ta) de vacas cruzadas Holandês-Gir (HG), Tapira, MG.

Grupos genéticos	TR-TSC	TSC-TAR	TR-TAR
1/4 HG	8,68 ±1,27a	10,02 ±1,79a	18,28 ±0,36a
3/8 HG	8,68 ±1,03a	9,68 ±1,59a	18,30 ±0,57a
1/2 HG	8,41 ±1,97a	10,13 ±0,99a	18,36 ±0,53a
5/8 HG	8,33 ±1,81a	10,10 ±1,43a	18,43 ±0,35a
3/4 HG	8,13 ±1,12a	9,97 ±13,12a	18,52 ±0,42a
7/8 HG	8,01 ±1,63a	9,01 ±1,53a	18,73 ±0,20a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P>0,05$).

Valores reduzidos dos gradientes térmicos TR-TSC e TSC-Ta indicam que os animais apresentam menor capacidade de perder calor por condução e convecção (SOUZA JUNIOR et al., 2008). De acordo com Collier, Dahl e VanBaale (2006), se a TSC estiver abaixo de 35 °C, o gradiente entre as temperaturas retal e da superfície corporal é eficaz para a ocorrência dos mecanismos de perda de calor do tipo sensível e latente. Neste estudo, as vacas da raça Girolando apresentaram média de TSC igual a 30,31 °C, não apresentando, portanto, dificuldades para a perda de calor. Maiores valores do gradiente TR-Ta, estão relacionados a uma maior resistência ao estresse térmico, entretanto, não houve diferença entre os grupos genéticos. Os mecanismos eficientes de termólise observados pelos animais deste estudo pode ser consequência do clima da região, tipicamente temperado, o qual oferece menores restrições aos animais do que o clima quente, devido a sua maior adversidade ambiental (MCDOWELL, 1972).

5. CONCLUSÃO

Por meio dos parâmetros avaliados, verificou-se que as vacas do grupo genético 1/4, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4 e 7/8 Holandês-Gir apresentaram temperatura retal, espessura do pelame e número de pelos por área semelhante, e, dentro do padrão de normalidade para bovinos leiteiros, na primavera. Os animais com composição genética mais próxima do Gir apresentaram os menores valores de frequência respiratória e comprimento de pelos, indicando estarem mais adaptados ao ambiente da localidade. O clima da cidade de Tapira com temperaturas mais amenas, condicionado pelas condições físicas da localidade pode ter contribuído para o conforto térmico apresentado pelos animais.

REFERÊNCIAS

- ABCG. **Associação Girolando.** Disponível em:
<http://www.girolando.com.br/index.php?paginasSite/girolando,7,pt>. Acesso em: 19. fev. 2015.
- ABLAS, D. S. Comportamentos de búfalos a pasto frente à disponibilidade de sombra e água para imersão no Sudeste do Brasil.** 2002. 70 f.
Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.
- AB'SABER; A. N. Os domínios de natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.
- ALMEIDA, G. L. P. de.** 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.
- ALMEIDA, G. L. P. de et al.** Comportamento, produção e qualidade do leite de vacas Holandês-Gir com climatização no curral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 892–899, 2013.
- ARCARO JÚNIOR, I. et al.** Teores plasmáticos de hormônios, produção e composição do leite em sala de espera climatizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 350-354, 2003.
- ARMSTRONG, D. V.** Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, p. 2044-2050, 1994.
- AZEVEDO, M. et al.** Estimativas de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebú, em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2000-2008, 2005.

AZEVEDO, D. M. M. R. Adaptabilidade de bovinos da raça Pé-Duro às condições climáticas do semiárido do estado do Piauí. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 57, p. 513-523, 2008.

BACCARI JÚNIOR, F.; AGUIAR, I. S. TEODORO, S. M. Hipertermia, taquipnéia e taquicardia em vacas holandesas malhadas de vermelho sob stress térmico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 1., 1995, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Biometeorologia, 1995. p.1-15.

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

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais**: conforto animal. 2 Ed. Viçosa: EDUFV, 269 p. 2010.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 237 p. 2013.

BARBOSA, J. P. M. Utilização de método de interpolação para análise e espacialização de dados climáticos: o SIG como ferramenta. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 9, n. 17, p. 85-96, 2006.

BARNABE, R. Variações estacionais no pelame de vacas da raça Jersey e sua correlação com a produção leiteira. **Revista da Faculdade de Medicina veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 12, p. 95-106, 1975.

BERMAN, A. As estimativas de necessidades de calor de alívio do estresse para vacas da raça Holandesa. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 6, p. 1.377-1.384, 2005.

BERTIPAGLIA, E. C. A. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características do pelame e de desempenho reprodutivo de vacas holandesas em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 350 - 359, 2007.

BIANCHINI, E. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Técnica**, Brasília, v. 41, n. 9, p. 1443-1448, 2006.

BÓ, G. A. et al. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 78, p. 307-326, 2003.

BOND, G. B. Métodos de diagnóstico e pontos críticos de bem-estar de bovinos leiteiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n.7, 2012.

BORGES, C. R. de A. et al. Heterogeneous genetic cows of three genetic groups in feedlot system in the state of Pernambuco, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 34, p. 91-96, 2012.

BRASIL. Ministério da Cultura. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Inventário Nacional de Referências Culturais (INRC). **Queijo artesanal de Minas**: patrimônio cultural do Brasil. Belo Horizonte, 2006. 137 p. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=3223>>. Acesso em: 19 fev. 2015.

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

BROOM, D. M.; FRASER, A. F. **Comportamento e bem-estar de animais domésticos**. Barueri: Manole, 437 p. 2010.

CANAZA-CAYO, A. W. et al. Estrutura populacional da raça Girolando. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 11, p. 2072-2077, 2014.

COLLIER, R. J. et al. Effects of heat stress during pregnancy on maternal hormone concentrations, calf birth weight and postpartum milk yield of Holstein cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, p. 309-319, 1982.

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, p. 1244-1253, 2006.

COSTA e SILVA, E. V. et al. Bem-estar, ambiência e saúde animal. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 121, p. 1-15, 2009.

DUNCAN, I. J. H. Science-based assessment of animal welfare: farm animals. **Revue Scientifique et Technique Office International des Epizooties**, Paris, v. 2, n. 24, p. 483-492, 2005.

EITEN, G. **Classificação da vegetação do Brasil**. Brasília: CNPq, 305 p. 1983.

ENVIRONMENT CANADA. Atmospheric, Climate, And Water Systems Branch. Climate And Weather Glossary Of Terms. 1996. Disponível em: <[Http://Www.Cmc.Ec.Gc.Ca/Climate/Glossary.Htm](http://Www.Cmc.Ec.Gc.Ca/Climate/Glossary.Htm)>. Acesso em: 19 fev. 2015.

EU SCAHAW. **Report on animal welfare aspects of the use of bovine somatotrophin**. Bruxelas, 91p. 1999.

EU SCAHAW. Eu Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare Report on the Welfare of Cattle Kept for Beef Production. European commission Brussels, 2001.

FAÇANHA, D. A. E. Variação anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 837-844, 2010.

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. 91-103, 2013.

FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL – FAWAC. Farm Animal Welfare Council publications. Disponível em: <<http:// www.fawc.org.uk>>. Acesso em: 19 fev. 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, F. et al. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 5, p. 732-738, 2006.

FINCH, V. A. Body temperature in beef cattle: Its control and relevance to production in the tropics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, p. 531-542, 1986.

FURTADO, D. A. Environmental comfort in constructions for Sindi and Guzera calves in the agreste region of the state of Paraíba. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, p. 1-9, 2012.

GREGORY, N. G. **Animal welfare and meat science**. Londres: CABI Publishing, 304 p. 1998.

HAGEN, K.; BROOM, D. M. Cattle discrimination between familiar herd members in a learning experiment. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 82, p. 13-28, 2003.

HAGEN, K.; BROOM, D. M. Emotional reactions to learning in cattle. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 85, p. 203-213, 2004.

HAHN, G. L. et al. Cattle respiration rate as a function of ambient temperature. **Transactions of American Society of Agricultural Engineering**, St. Joseph, v. 40, p. 97-121, 1997.

HANSEN, P. J. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 82-83, p. 349 - 360, 2004.

KADZERE, C. T. et al. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 77, p. 59-91, 2002.

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

MAIA, A. S. C. et al. 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.

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 Zootecnia) – Faculdade de Engenharia e Ciência dos Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

MATA e SILVA, A. C. et al. Características morfológicas do pelame de vacas holandesas puras por cruza na região semiárida de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, n. 6, p. 1767-1772, 2013.

MCDOWELL, R. E. **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales**. Zaragoza: Acribia, 692 p. 1972.

MCMANUS, C. et al. Heat tolerance in naturalized cattle in Brazil: physical factors. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 54, p. 453-458, 2005.

MEDEIROS, L. F. D. et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de caprinos SPRD (sem padrão racial definido) pretos e brancos de diferentes idades, à sombra, no município do Rio de Janeiro. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 64, n. 4, p. 277-287, 2007.

MELLOR, D. J.; STAFFORD, K. J. Physiological and behavioural assessment of pain in ruminants: principles and caveats. ATLA FOURTH WORLD CONGRESS, 32, 2004, New Orleans. **Proceedings...** New Orleans: USA, 2004. p. 267-271.

MENDES RUAS, J. R. et al. Características produtivas da lactação de quatro grupos genéticos F1 Holandês x Zebu. **Revista brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 21, n. 1, p. 33-37, 2014.

MIRANDA, J. E.C. de; FREITAS, A. F. **Raças e tipos de cruzamentos para produção de leite**. Juiz de Fora: EMBRAPA, v. 98, p. 1-12, 2009. (Circular técnica).

MOLENTO, C. F.M.; BOND, G. B. Aspectos éticos e técnicos da produção de bovinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOÉTICA E BEM-ESTAR ANIMAL, 2008, 1, Recife, PE. **Anais...** Recife: Conselho Federal de Medicina Veterinária, 2008. p. 43-48.

MORAIS, D. A. E. F. **Variação de características do pelame, níveis de hormônios tireoideanos e produção de vacas leiteiras em ambiente quente e seco.** 2002. 121f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

NÄÄS, I. A.; ARCARO JÚNIOR, I. Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 139-142, 2001.

NASCIMENTO, C. C. N.; NASCIMENTO, M. R. B. de M.; SILVA, N. A. M. da. Ocorrência de ondas de calor no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e seu efeito na produção leiteira e consumo alimentar em bovinos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 5, p. 1488-1495, 2014.

NIENABER, J. A.; HAHN, G. L. Livestock production system management responses to thermal challenges. **International Journal of Biometeorology**, Lisse, v. 52, p. 149-157, 2007.

NOVAIS, G. T. **Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e entorno da serra da Canastra (MG).** 2011.175 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

OLIVEIRA, P. A. et al. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de vacas lactantes em pastejo de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, p. 166-175, 2011.

OLTENACU, P. A.; ALGERS, B. Selection for increased production and the welfare of dairy cows: are new breeding goals needed? **Ambio**, Stockholm, v. 34, n. 4, p. 311-315, 2005.

PEREIRA, C. C. J. **Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p.

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

PHILLIPS, C. J. C. **Cattle behaviour and welfare**. 2 ed. Oxford: Blackwell Scientific UK, 2002.

PILLAR, V. P. D. Clima e vegetação. **Revista do departamento de Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v. 1, 1995.

ROBERTSHAW, D. Regulação da temperatura e o ambiente térmico, p. 897-905. In: SWENSON M. J. (Ed.), **Dukes' Fisiologia dos Animais Domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2006. 954 p.

ROBINSON, E. N. Termorregulação. In: CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999, p. 427-435.

ROCHA, D. R. et al. Impacto do estresse térmico na reprodução da fêmea bovina. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 36, p. 18-24, 2012.

ROCHA, L.; NOVAIS, G. T. Mapeamento pluviométrico da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba – MG. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 2, n. 5, p. 1352 – 1363, 2012.

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

ROMERO, R.; NAKAJIMA, J. N. Espécies endêmicas da Serra da Canastra, MG. **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 259-265, 1999.

SÁ JÚNIOR, A. de. **Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do Estado de Minas Gerais.** 2009. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SHEBAITA, M. K.; EL BANNA, I. M. Heat load and heat dissipation in sheep and goats under environmental heat stress. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ANIMAL AND POULTRY PRODUCTION, 6, 1982, Zagazig. **Proceedings...** University of Zagazig, p. 21-23, 1982.

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

SILVA, I. M. et al. Análise espacial das condições térmicas pré-ordenha de bovinos leiteiros sob regimes de climatização. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 8, p. 903-909, 2012.

SILVA, M.V.G.B. da. et al. **Programa de melhoramento genético da raça Girolando - Teste de progênie:** sumário de Touros 2010. Juiz de Fora: EMBRAPA, n. 131, p. 48, 2010. (Documentos).

SILVA, M. V. G. B. da. et al. **Programa de Melhoramento Genético da Raça Girolando – Sumário de Touros:** Resultado do Teste de Progênie. Juiz de Fora: EMBRAPA, n. 170, p. 64, 2014.(Documentos).

SILVA, R. G. Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas Holandesas expostas ao sol e à sombra em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1403-1411, 1999.

SILVA, R. G. **Biofísica ambiental:** os animais e seu ambiente. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 393 p.

SILVA, R. G. et al. Thermal radiation absorbed by dairy cows in the pasture. **International Journal of Biometeorology**, Lisse, v. 47, p. 23, 2009.

SILVA, R. G.; LASCALA JUNIOR, N.; TONHATI, H. Radiative properties of the body surface of cattle and others animals. **Transactions of American Society of Agricultural Engineering**, St. Joseph, v. 46, p. 913-918, 2003.

SILVA, R. G.; MORAIS, D. A. E. F.; GUILHERMINO, M. M. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1192-1198, 2006.

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

SOUZA JUNIOR, J. B. F. et al. Temperatura da superfície corporal e fluxo de calor convectivo em vacas holandesas expostas à radiação solar direta no Semi-árido. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5, 2008, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SNPA, 2008.

SOUZA, E. D.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no Semi-Árido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 177-184, 2005.

THOM, E. C. Cooling degree: day air conditioning, heating and ventilating. **Transactions of the American Society of Heat Refrigeration and Air Condition Engeneering**, New York, v. 55, p. 65-72, 1958.

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

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. **Meteorologia descritiva**: fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo: Nobel, 1992. 374 p.

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

ZIMBELMAN, R. Z.; COLLIER, R. J. Feeding strategies for high-producing dairy cows during periods of elevated heat and humidity. In: TRI-STATE DAIRY

NUTRITION CONFERENCE, 2011, For Wayne, **Proceedings...** For Wayne:
Indiana, 2011.

ANEXO



Universidade Federal de Uberlândia
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Comissão de Ética na Utilização de Animais (CEUA)
Avenida João Naves de Ávila, nº. 2160 - Bloco A, sala 224 - Campus Santa Mônica - Uberlândia-MG –
CEP 38400-089 - FONE/FAX (34) 3239-4131; e-mail:ceua@propp.ufu.br; www.comissoes.propp.ufu.br

ANÁLISE FINAL Nº 222/13 DA COMISSÃO DE ÉTICA NA UTILIZAÇÃO DE ANIMAIS PARA O PROTOCOLO REGISTRO CEUA/UFU 127/13

Projeto Pesquisa: “Parâmetros fisiológicos, características de pelame e comportamentais em novilhas das raças Araguaia e Nelore no inverno e verão”. Adendo solicitado em 08/11/2013.

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Robson Carlos Antunes

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com animais nos limites da redação e da metodologia apresentadas. Ao final da pesquisa deverá encaminhar para a CEUA um relatório final.

SITUAÇÃO: ADENDO AO PROTOCOLO DE PESQUISA APROVADO.

ADENDO:

1. Alteração na metodologia original proposta com respeito ao tamanho amostral dos bovinos a serem utilizados.

OBS: O CEUA/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEUA PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

Uberlândia, 04 de dezembro de 2013.

Prof. Dr. César Augusto Garcia
 Coordenador da CEUA/UFU