



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**ESTRESSE TÉRMICO EM FÊMEAS BOVINAS GIROLANDO: $\frac{3}{4}$ HOLANDÊS
 $\frac{1}{4}$ GIR vs. $\frac{1}{2}$ HOLANDÊS $\frac{1}{2}$ GIR, CRIADAS EM CLIMA SEMIÁRIDO NO ESTADO
DO CEARÁ**

ANTÔNIO NÉLSON LIMA DA COSTA

**FORTALEZA-CE
FEVEREIRO DE 2014**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**ESTRESSE TÉRMICO EM FÊMEAS BOVINAS GIROLANDO: $\frac{3}{4}$ HOLANDÊS
 $\frac{1}{4}$ GIR vs. $\frac{1}{2}$ HOLANDÊS $\frac{1}{2}$ GIR, CRIADAS EM CLIMA SEMIÁRIDO NO ESTADO
DO CEARÁ**

**ANTÔNIO NÉLSON LIMA DA COSTA
Médico Veterinário**

**FORTALEZA-CE
FEVEREIRO DE 2014**

ANTÔNIO NÉLSON LIMA DA COSTA

**ESTRESSE TÉRMICO EM FÊMEAS BOVINAS GIROLANDO: $\frac{3}{4}$ HOLANDÊS
 $\frac{1}{4}$ GIR vs. $\frac{1}{2}$ HOLANDÊS $\frac{1}{2}$ GIR, CRIADAS EM CLIMA SEMIÁRIDO NO
ESTADO DO CEARÁ**

Tese apresentada ao programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.
Área de Concentração: Produção Animal

ORIENTAÇÃO:

Prof. Dr. Airton Alencar de Araújo

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- C87e Costa, Antônio Néilson Lima da.
Estresse térmico em fêmeas bovinas girolando: $\frac{3}{4}$ holandês $\frac{1}{4}$ gir vs. $\frac{1}{2}$ holandês $\frac{1}{2}$ gir, criadas em clima semiárido no Estado do Ceará / Antônio Néilson Lima da Costa. – 2014.
98 f. : il., color., enc. ; 30 cm.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Fortaleza, 2014.
Área de Concentração: Produção e melhoramento animal.
Orientação: Prof. Dr. Airton Alencar de Araújo.
1. Bovino - Raças. 2. Fisiologia animal. I. Bovino de leite.

CDD 636.08

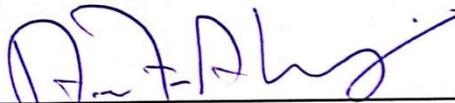
ANTÔNIO NÉLSON LIMA DA COSTA

**ESTRESSE TÉRMICO EM FÊMEAS BOVINAS GIROLANDO: $\frac{3}{4}$ HOLANDÊS
 $\frac{1}{4}$ GIR vs. $\frac{1}{2}$ HOLANDÊS $\frac{1}{2}$ GIR, CRIADAS EM CLIMA SEMIÁRIDO NO
ESTADO DO CEARÁ**

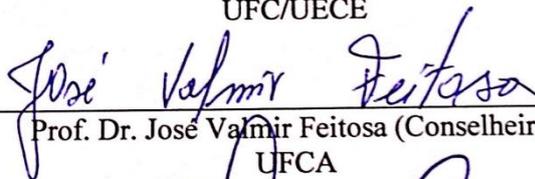
Tese apresentada ao programa de
Doutorado Integrado em Zootecnia da
Universidade Federal do Ceará,
Universidade Federal da Paraíba e
Universidade Federal Rural de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de Doutor em Zootecnia.
Área de Concentração: Produção Animal

Aprovada em 28/02/2014

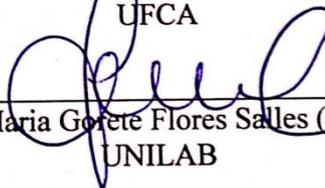
BANCA EXAMINADORA



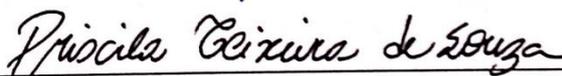
Prof. Dr. Airton Alencar de Araújo (Orientador)
UFC/UECE



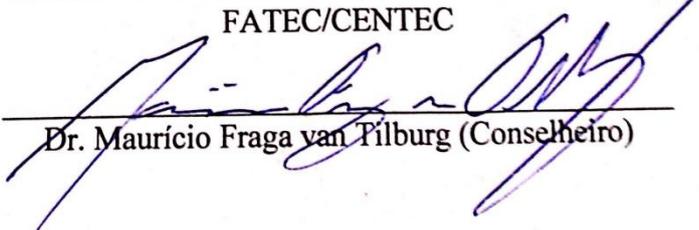
Prof. Dr. José Valmir Feitosa (Conselheiro)
UFCA



Profa. Dra. Maria Gorete Flores Salles (Conselheira)
UNILAB



Profa. Dra. Priscila Teixeira de Souza (Conselheira)
FATEC/CENTEC



Dr. Mauricio Fraga van Pilburg (Conselheiro)

Ao meu avô Antônio Ferreria
Lima (*in Memoriam*) e ao meu tio
Cícero C. Costa.

OFEREÇO

À minha esposa, meus pais,
irmãos, familiares, amigos e às
vacas.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, pelo dom da vida e por tudo que nos proporciona de melhor em nossas vidas.

Aos meus pais **Nélson** e **Neuma**, pela criação, educação e oportunidades dadas ao longo de minha existência.

À minha esposa **Mirna**, pelo seu amor, dedicação, respeito, companheirismo e tudo que ela sempre faz sem medir esforços para me apoiar e ajudar em todos os momentos.

Aos meus irmãos **Eduardo, Cristiane e Antônia** pela amizade sincera e companheira de todas as horas.

Ao meu orientador, amigo, conselheiro **Dr. Aírton** pela sua ajuda incansável em momentos cruciais ao longo de minha vida desde a graduação.

Aos conselheiros que compõem esta banca: **Dra. Gorete, Dra. Jamile, Dra. Priscila, Dr. Valmir e Dr. Maurício**, pela disponibilidade e ajuda desde a qualificação até este momento final.

Aos familiares (**Sr. Alves, D. Maria, Kátia, Marinha, Érico, Paulo Jorge, Ana Paula, Rosemberg, Ana, Anderson, Bruno, Letícia, Vítor, Rodrigo, Mariana**) que sempre estão conosco e nos dão apoio em horas difíceis e comemoram nas horas fáceis da vida.

Ao amigo **Dr. Péricles**, pela sua amizade e ajuda incondicional para a execução desta Tese.

À Companhia de Alimentos do Nordeste – **CIALNE**, em especial ao **Sr. Rafael Carneiro**, pela gentileza em ceder os animais, instalações e funcionários da fazenda Tanques para execução do trabalho de campo.

Aos colegas de Doutorado pela convivência agradável e ajuda mútua, em especial ao **Dr. Émerson e Verônica**.

Aos Professores e funcionários da UFC pela disponibilidade e satisfação em ajudar sempre, em especial a **Profa. Socorro, Prof. Magno, Prof. Arlindo, Prof. Breno, Prof. Ednardo, Prof. Luís Elquério, Prof. Zion e a Francisca**.

Aos amigos **Dr. Klibs Galvão, Jackeline, Dr. João Bittar, Cassandra, Dr. Saulo, Gizele, Gobi** que fizemos ao longo de nossa estadia nos EUA, na cidade de Gainesville – Florida, durante os cinco meses de Doutorado Sanduíche na “**University of Florida**”.

À “**University of Florida**” pelo acolhimento durante o Doutorado Sanduíche, em especial à **Sra. Dellores**.

À “**Alliance Dairies**” pelo bom acolhimento durante o Doutorado Sanduíche, em especial aos funcionários **Orlando, Manoel, Salomão e Federico**.

Aos funcionários da Fazenda Tanques, CIALNE XVI, pelo apoio durante a execução do experimento de campo, em especial **Sr. Juscelino, Diego e Antônio Neto**.

Aos colegas da UFCA que, com certeza, torceram pelo sucesso deste Doutorado, em especial à **Profa. Cláudia**.

Aos meus alunos do curso de Agronomia da UFCA que também são meus incentivadores e motivadores na busca por novos desafios.

Aos amigos, incentivadores e produtores (**Sr. João Hilário, Dr. Valêncio Carvalho, Neudo, Émerson**) pela ajuda e incentivos na busca do conhecimento.

A todos que estiveram sempre comigo na caminhada da vida.

Às vacas, que nos ajudaram e se disponibilizaram para a execução do trabalho de campo, pois sem elas nada seria possível.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	12
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	13
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	17
CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
1. O clima e sua importância na produção animal	21
1.1. O clima do estado do Ceará, do município de Umirim e principais fatores climático.....	23
1.2. Temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade dos ventos, pluviosidade, radiação solar e zona de conforto térmico	23
1.2.1. Temperatura do ar (TA)	23
1.2.2. Umidade relativa do ar (UR)	24
1.2.3. Velocidade dos ventos (VV)	24
1.2.4. Pluviosidade (P).	25
1.2.5. Radiação solar (RS)	25
1.2.6. Zona de conforto térmico (ZCT).	26
2. Fisiologia do Estresse.....	26
3. Ambiente e mecanismos de tolerância ao calor.	28
3.1. Estresse térmico e variáveis fisiológicas..	29
3.1.1. Temperatura retal (TR).	30
3.1.2. Frequência respiratória (FR).....	30
3.1.3. Temperatura superficial corpórea (TS).....	31
3.2. Estresse térmico e perfis hormonais	31
3.2.1. Cortisol.....	31
3.2.2. Triiodotironina (T3) e tiroxina (T4).....	33
4. Adaptação de bovinos em clima tropical	34
4.1. Fatores anatomo-fisiológicos que promovem o conforto.	34
4.2. As raças Holandesa, Gir leiteiro e Girolando	36

4.2.1. Raça Holandesa.....	37
4.2.2. Raça Gir leiteiro.....	37
4.2.3. Raça Girolando.....	38
5. Índice de conforto ambiental: ITU.....	39
6. Efeitos do estresse térmico sobre a reprodução de fêmeas bovinas	40
REFERÊNCIAS.....	43
CAPÍTULO 2 - “PERFIS HORMONAIS, PARAMETROS FISIOLÓGICOS E DESEMPENHOS PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE VACAS GIROLANDAS CRIADAS NO SEMIÁRIDO DO ESTADO DO CEARÁ-BRASIL”.....	56
Resumo.....	57
Palavras-chave	57
Abstract.....	58
Keywords.....	58
Introdução.....	59
Material e Métodos.....	60
Local do experimento	60
Animais experimentais	60
Parâmetros fisiológicos.....	61
Parâmetros climáticos	62
Parâmetros reprodutivos e produtivos	62
Análises estatísticas	62
Resultados e discussão.....	62
Conclusões.....	68
Referências.....	69
CAPÍTULO 3 - “TEMPERATURAS RETAIS, FREQUÊNCIAS RESPIRATÓRIAS, DESEMPENHOS PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE VACAS GIROLANDO SOB ESTRESSE TÉRMICO NO NORDESTE DO BRASIL”	72
Resumo	73
Palavras-chave.....	73
Abstract.....	74
Keywords.....	74

Introdução.....	75
Material e Métodos.....	77
Local do experimento.....	77
Parâmetros climáticos.....	77
Animais experimentais.....	77
Parâmetros fisiológicos.....	78
Parâmetros reprodutivos e produtivos.....	78
Análises estatísticas.....	78
Resultados.....	79
Discussão.....	83
Conclusões.....	87
Referências.....	88
 CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES.....	90
 ANEXOS.....	93
1. Formulário de coleta de dados fisiológicos utilizado a campo.....	94
2. Resultados de exames hormonais: T3 e T4.....	95
3. Resultado de exame hormonal: cortisol.....	96
4. Local do experimento (fazenda Tanques).....	97
4.1. Sombreamento natural.....	97
4.2. Ordenha mecânica.....	97
4.3. Sombreamento artificial.....	97
4.4. Confinamento.....	97
5. Animais experimentais.....	97
5.1. Coleta da manhã.....	97
5.2. Coleta da tarde.....	97
6. Atividades experimentais à campo.....	98
6.1. Punção venosa caudal.....	98
6.2. Aferição da TR.....	98
6.3. Amostras de sangue.....	98
6.4. Aferição da TS.....	98
6.5. Termohigrômetro.....	98
6.6. Material de coleta.....	98

LISTA DE FIGURAS

Anexos

Figura	Página
1. Formulário de coleta de dados utilizado a campo.....	94
2. Resultado de exames hormonais: T3 e T4.....	95
3. Resultado de exame hormonal: cortisol.....	96
4. Local do experimento (Fazenda Tanques).....	97
4.1. Sombreamento natural.....	97
4.2. Ordenha mecânica.....	97
4.3. Sombreamento artificial.....	97
4.4. Confinamento.....	97
5. Animais experimentais.....	97
5.1. Coleta da manhã.....	97
5.2. Coleta da tarde.....	97
6. Atividades experimentais de campo.....	98
6.1. Punção venosa caudal.....	98
6.2. Aferição da TR.....	98
6.3. Amostras de sangue.....	98
6.4. Aferição da TS.....	98
6.5. Termohigrômetro.....	98
6.6. Material de coleta.....	98

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

	Página
Tabela 1. Médias \pm erro padrão dos perfis hormonais e dados fisiológicos de vacas Girolandas ($\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir e $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir), nos períodos seco e chuvoso, em clima tropical quente.....	63
Tabela 2. Médias \pm erro padrão dos dados de produção leiteira, número de IAs necessárias para concepção e diagnóstico de gestação (DG) de vacas Girolandas ($\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir e $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir), nos períodos seco e chuvoso, em clima tropical quente.....	67

Capítulo III

Tabela 1. Médias \pm desvio padrão dos parâmetros climáticos: temperatura do ar (TA), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) nos turnos manhã e tarde durante os períodos seco e chuvoso em clima semiárido do Nordeste do Brasil.....	79
Tabela 2. Percentagens das temperaturas retais menores que 39,3 °C e iguais ou maiores que 39,3°C em vacas Girolandas ($\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir e $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir), nos períodos seco e chuvoso, nos turnos manhã e tarde, em clima tropical semiárido.....	80
Tabela 3. Percentagens dos movimentos respiratórios menores que e iguais/maiores que 40 mov/minuto em vacas Girolandas ($\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir e $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir), nos turnos manhã e tarde, nos períodos seco e chuvoso em clima tropical semiárido.....	81
Tabela 4. Médias \pm erros padrão da produção leiteira, número de IA necessário para prenhez e percentagens de taxas de prenhez de vacas Girolando ($\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gyr e $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gyr), nos períodos chuvoso e seco em clima tropical quente.....	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCGIL	Associação Brasileira dos Criadores da raça Gir Leiteiro
ACTH	Hormônio adrenocorticotrófico
AI	“Artificial insemination”
am	“Ante meridiem”
AMZ	“Australian Milking Zebu”
AT	“Air temperature”
CIALNE	Companhia de Alimentos do Nordeste
cm	Centímetro
CO ₂	Dióxido de carbono
CRH	Hormônio liberador de corticotropina
dL	Decilitro
DP	“Diagnosis of pregnancy”
EDTA	“Ethylene diamine tetraacetate”
FR	Frequência respiratória
FSH	Hormônio folículo estimulante
Gir	Raça Gir
GLM	“General linear model”
HHA	Hipotálamo-hipófise-adrenal
HHT	Hipotálamo-hipófise-tireóide
Hol	Raça Holandesa
H ₂ S	Sulfeto de hidrogênio
IA	Inseminação artificial
IPECE	Instituto de pesquisa e estratégia econômica do Ceará
ITU	Índice de temperatura e umidade
kg	Quilograma
km	Quilômetro
LH	Hormônio luteinizante
m	Metro
MHZ	Mega Hertz
min	Minuto
mL	Mililitro

mm	Milímetro
mov	Movimentos
ng	Nanograma
NH ₃	Amônia
O	Oeste
P	Pluviosidade
pm	“Post meridiem”
PR	“Pregnancy rate”
rpm	Rotações por minuto
RR	“Respiratory rate”
RS	Radiação solar
S	Sul ou “South”
SAS	“Statistical analysis software”
SGA	Síndrome geral de adaptação ao estresse
SNA	Sistema nervoso autônomo
ST	“Surface temperature”
Tbs	Temperatura de bulbo seco
THI	“Temperature humidity index”
Tpo	Temperatura do ponto de orvalho
TR	Temperatura retal
TS	Temperatura superficial corpórea
TSH	Hormônio tireotrófico
T3	Triiodotironina
T4	Tiroxina
UR	Umidade relativa do ar
USA	“United States of America”
VV	Velocidade dos ventos
W	“West”
ZCT	Zona de conforto térmico
ZTN	Zona de termoneutralidade
°	Grau
°C	Grau Celsius
µg	Micrograma

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho foi comparar os dois grupos raciais mais comuns de Girolando ($\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir vs. $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir) através das temperaturas retais (TR), das frequências respiratórias (FR), temperaturas superficiais corpóreas (TS), perfis hormonais (T3, T4 e cortisol), produção leiteira, número de inseminações (IA) por prenhez e taxas de prenhez (TP). Foram utilizadas 240 vacas primíparas, sendo 120 de cada grupo racial. Os dados fisiológicos foram coletados nos meses de Março, Abril e Maio, e Setembro, Outubro e Novembro. Os parâmetros ambientais foram: umidade relativa do ar (UR), temperatura ambiente (TA) e o índice de temperatura e umidade (ITU). As médias de UR, TA e ITU foram 62,5%, 29,4 °C e 71 no período chuvoso, e 37,4%, 37 °C e 85 no período seco, respectivamente. As médias e frequências de TR das vacas $\frac{1}{2}$ Hol mantiveram-se dentro do normal em ambos os turnos e períodos com diferenças ($p < 0,05$) nas médias dentro do período chuvoso entre os grupos raciais. As vacas $\frac{3}{4}$ Hol apresentaram médias de TR acima do normal nos dois períodos. As médias e frequências das FR das vacas $\frac{1}{2}$ Hol mantiveram-se dentro da normalidade em ambos os períodos e turnos com diferenças ($p < 0,05$) entre os períodos. As médias de FR dos animais $\frac{3}{4}$ Hol ficaram acima do normal durante o período seco e diferiram ($p < 0,05$) do outro grupo e entre períodos. No que diz respeito ao hormônio T3, ambos os grupos de animais apresentaram maiores concentrações médias no período chuvoso com diferenças ($p < 0,05$) entre os grupos, e entre os períodos houve diferenças ($p < 0,05$) no grupo $\frac{1}{2}$ Hol. Com o hormônio T4, houve diferenças ($p < 0,05$) entre os grupos no período chuvoso e entre períodos no grupo $\frac{3}{4}$ Hol. Com relação ao cortisol, houve diferenças ($p < 0,05$) no período seco entre os grupos de animais e, entre os períodos, para os animais $\frac{1}{2}$ Hol. Com relação à produção houve diferença ($p < 0,05$) apenas no período seco e, entre os períodos, no outro grupo. Nos picos de lactação houve diferenças ($p < 0,05$) apenas entre os períodos. No número de IA houve diferenças ($p < 0,05$) entre os grupos no período seco e, entre períodos, nos animais do grupo $\frac{1}{2}$ Hol. Houve diferenças nas TP no período seco entre os grupos e, entre os períodos, o grupo $\frac{3}{4}$ Hol teve queda significativa na TP no período seco. Os animais melhor adaptados para o sistema de criação sem climatização são os do grupo racial $\frac{1}{2}$ Holandês $\frac{1}{2}$ Gir.

Palavras-chave: Adaptabilidade, bioclimatologia, fisiologia bovina, hormônios, vacas de leite

ABSTRACT

The mainly goal of this study was to compare the two most common breed groups of Girolando ($\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir vs. $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir) through rectal temperature (RT), respiratory rates (RR), surface temperature (ST), hormonal profiles (T3, T4 and cortisol), milk production, number of inseminations (AI) per pregnancy and pregnancy rates (PR). We used 240 primiparous cows, 120 of each breed group. Physiological data were collected in March, April and May, and in September, October and November. The environmental parameters were: relative humidity (RH), ambient temperature (AT) and the temperature and humidity index (THI). The means of RH, AT and THI were 62.5%, 29.4 °C and 71 in rainy period, and 37.4%, 37 °C and 85 in the dry period, respectively. The RT means and frequencies for $\frac{1}{2}$ Hol cows remained within normal ranges in both periods and shifts with differences ($p < 0.05$) in means inside the rainy period between breed groups. The $\frac{3}{4}$ Hol cows had RT means above of normal ranges in both periods. The RR means and frequencies of $\frac{1}{2}$ Hol cows remained within the normal range in both periods and shifts with differences ($p < 0.05$) between periods. The $\frac{3}{4}$ Hol RR means were above normal ranges during the dry period and differed ($p < 0.05$) of another group and between periods. In relation to T3, both groups of animals showed higher concentrations in rainy period with differences ($p < 0.05$) between groups, and there were differences between periods ($p < 0.05$) in $\frac{1}{2}$ Hol group. With the T4 hormone, there were differences ($p < 0.05$) between the groups in the rainy period and between periods in the group of $\frac{3}{4}$ Hol. In relation to cortisol, there were differences ($p < 0.05$) in the dry period between the groups of animals and, between periods, for $\frac{1}{2}$ Hol animals. In relation to production, there were differences ($p < 0.05$) in the dry period and, differences between periods, in the other group. At lactation peaks there were differences ($p < 0.05$) only between periods. In the number of AI there were differences ($p < 0.05$) between the groups in the dry period and, between periods, in the animals of the group $\frac{1}{2}$ Hol. There were differences ($p < 0.05$) in PR during the dry season between the groups and, between periods, $\frac{3}{4}$ Hol group had a significant decrease in PR in the dry period. The animals best suited to the farm system without cooling are those of the breed group of $\frac{1}{2}$ Holstein $\frac{1}{2}$ Gir.

Key-words: Adaptability, bioclimatology, bovine physiology, hormones, dairy cows.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Considerações iniciais

O Brasil é um país de dimensões continentais que apresenta diversidade climática entre seus extremos, mas a maior parte do seu território encontra-se sob influência do clima tropical. Na região Nordeste e, no Ceará, o que predomina é o clima tropical semiárido em que as temperaturas são elevadas durante todo o ano, as chuvas concentradas em um curto período de três ou quatro meses em média e a umidade variando de acordo com a pluviosidade, ou seja, alta no período chuvoso e baixa no período seco. Desta forma, os animais sofrem praticamente o ano todo com elevados índices de temperatura e umidade (ITU) levando-os ao estresse térmico.

O Ceará apresenta sua atividade pecuária voltada à produção leiteira, com animais mestiços, principalmente da raça Girolando com os cruzamentos $\frac{1}{2}$ Holandês $\frac{1}{2}$ Gir e $\frac{3}{4}$ Holandês $\frac{1}{4}$ Gir sendo os mais disseminados. A maioria das propriedades é de pequenos produtores sem boa estrutura de manejo, sem controle zootécnico, não são assistidos tecnicamente e seus índices produtivos e reprodutivos são reduzidos. Mas há grandes empresas, como a Companhia de Alimentos do Nordeste (CIALNE), onde o trabalho experimental foi realizado, que possuem estruturas de manejo adequadas, animais controlados zootecnicamente, assistência técnica regular e índices produtivos e reprodutivos satisfatórios.

Animais em situações de estresse térmico modificam seus comportamentos e, estas mudanças, afetam diretamente a produção e reprodução dos mesmos. A maioria dos produtores do estado ainda não está preparada ou nem se quer tem noção do que precisa ser feito em situações adversas, tanto no manejo quanto no tipo de animal que deve ser criado nestas condições. Mesmo animais mestiços podem estar estressados termicamente em situações adversas, principalmente no período seco.

Neste estudo trabalhamos com os dois grupos de animais mais comuns nos rebanhos leiteiros do estado, Girolando $\frac{1}{2}$ Holandês $\frac{1}{2}$ Gir e $\frac{3}{4}$ Holandês $\frac{1}{4}$ Gir, buscando através das análises de parâmetros climáticos, fisiológicos, produtivos e reprodutivos, determinar o mestiço melhor adaptado às condições do clima tropical semiárido e, com isto, facilitar a escolha de animais aptos as nossas condições de criação.

Assim, esta tese foi dividida em três capítulos, onde o primeiro apresenta o referencial teórico abordando o clima e sua importância na produção animal, a fisiologia do estresse, o ambiente e os mecanismos de tolerância ao calor (variáveis fisiológicas e perfis hormonais), a adaptação de bovinos em clima tropical (fatores anatomo-fisiológicos e as raças), o índice de temperatura e umidade (ITU) e os efeitos do estresse térmico sobre a reprodução de fêmeas bovinas.

O segundo capítulo, “Hormonal profiles, physiological parameters and productive and reproductive performances of Girolando cows in the state of Ceará-Brazil”, relata um estudo comparativo entre dois graus de sangue da raça Girolando ($\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir vs. $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir) que, através das análises dos parâmetros climáticos (TA, UR e ITU), fisiológicos (TR, FR, TS e hormônios T3, T4 e cortisol), produtivos e reprodutivos de oitenta vacas primíparas nos períodos seco e chuvoso, buscou o grupo melhor adaptado às condições do clima semiárido.

O terceiro capítulo, “Rectal temperatures, respiratory rates, production and reproduction performances of crossbred Girolando cows under heat stress in northeastern Brazil”, relata um estudo comparativo entre dois graus de sangue mais comuns da raça Girolando ($\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir vs. $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir) através das análises dos parâmetros climáticos (TA, UR e ITU), das frequências das TR, das FR (dentro e fora do normal) e das médias dos dados produtivos e reprodutivos de 240 vacas primíparas nos períodos seco e chuvoso, objetivando encontrar o grupo mais apto às condições climáticas do semiárido.

CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO

**ESTRESSE TÉRMICO EM FÊMEAS BOVINAS GIROLANDO: $\frac{3}{4}$ HOLANDÊS
 $\frac{1}{4}$ GIR vs. $\frac{1}{2}$ HOLANDÊS $\frac{1}{2}$ GIR, CRIADAS EM CLIMA SEMIÁRIDO NO
ESTADO DO CEARÁ**

Referencial teórico

1. O clima e sua importância na produção animal

Os sistemas de produção animal têm mudado radicalmente nos últimos anos devido à necessidade de aumentar a produtividade e incorporar novas tecnologias visando um sistema mais eficiente, com maiores lucros, mas sem descuidar do bem-estar animal e da qualidade do produto. Esta tendência envolve não só o melhoramento animal e a nutrição, mas também o conforto animal baseado na sua relação com o ambiente, principalmente em manejos extensivos (Perissinoto et al., 2007; Renaudeau et al., 2012).

Muitos produtores de regiões tropicais optaram por raças especializadas de países de clima temperado, que são mal adaptadas às suas realidades. A exposição a altas temperaturas, mudanças alimentares, diferentes umidades fez com que estes animais geneticamente mais produtivos sofressem alterações comportamentais, endócrinas e fisiológicas afetando negativamente a produção, uma vez que são mais exigentes em termos de manejo e nutrição, bem como condições climáticas amenas. Raças locais adaptadas podem ser importantes para um esquema de produção nacional, pois se mostram resistentes a doenças e adaptadas às condições climáticas adversas (Woolliams et al., 1986; Pereira, 2005).

O clima em uma determinada região, especialmente a temperatura do ar e a umidade relativa, influenciam diretamente no potencial de produção dos animais. O estresse térmico é um dos principais fatores envolvidos na redução da produtividade e no desenvolvimento animal. A falta de conforto térmico faz com que o animal busque alternativas de perda de calor, que envolve uma série de adaptações dos diversos sistemas: respiratório, circulatório, endócrino, nervoso e digestivo, para a produção em clima quente. A coordenação de todos esses sistemas para manter o potencial produtivo sob estresse térmico é variável entre as espécies, raças e indivíduos dentro de uma mesma raça (Marai e Haebe, 2009; McManus et al., 2009).

André Voisin, em 1957, alertava para a falta de estudos que tratassem das relações entre os bovinos e as pastagens, já que os estudos sobre pastagens enfocavam,

principalmente, as plantas que às compõem, não levando em conta o comportamento das vacas e seus efeitos diretos e indiretos sobre as plantas forrageiras (Voisin, 1974).

No entanto, há outros aspectos relacionados à vida dos bovinos nas pastagens que devem ser considerados. Condições e atividades que, além da disponibilidade e ingestão de alimentos, fazem parte da rotina de vacas, touros, bezerros e outras categorias de animais das subespécies *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* presentes na criação. Por exemplo, no dia-a-dia da fazenda os bovinos invariavelmente enfrentam situações que causam desconforto, calor ou frio, radiação solar, moscas e predadores; tais condições podem, em conjunto ou isoladamente, levar os animais ao estresse (Pascoa, 2008).

Animais bem adaptados geralmente apresentam respostas adequadas ao enfrentar situações adversas, dependendo de certos recursos estarem disponíveis. Por exemplo, os bovinos podem mudar seu padrão de pastejo diurno para noturno visando reduzir o estresse pelo calor, podem também buscar a forragem em áreas sombreadas ou com maior ventilação; visando minimizar os efeitos do clima. Mas é sempre importante saber se tais ajustes no comportamento estão ocorrendo e sob quais condições, pois em determinadas situações (ausência de sombra, por exemplo) as necessidades para redução do estresse podem ser maiores do que as necessidades nutricionais, levando os animais à redução na ingestão de alimentos, com conseqüências previsíveis no seu desempenho produtivo e reprodutivo (Pascoa, 2008; Perissinoto et al., 2009).

Assim, é sempre importante definir quais são os recursos fundamentais para os bovinos mantidos a pasto, e quais as necessidades dos animais em relação a eles. É também importante entender o comportamento dos bovinos e a ecologia nos ecossistemas, para que seja possível, a partir daí, definir técnicas de criação e manejo dos bovinos nas pastagens que atendam aos interesses do homem, sem prejudicar o bem-estar dos animais e o meio ambiente (Pascoa, 2008). Sistemas de ventilação e resfriamento durante todo o ano em países de clima tropical podem ser úteis, mas ainda há poucos estudos relacionados nestes países (Titto et al., 2013).

Desta forma a bioclimatologia, ciência que estuda as relações entre os animais e o clima, necessita de informações precisas sobre ambos, englobando o conhecimento dos elementos meteorológicos, das respostas fisiológicas e comportamentais dos animais, visando sempre à garantia do bem-estar animal e o aumento de sua produtividade (Yanagi Jr., 2006).

1.1. Clima do estado do Ceará, do município de Umirim e principais elementos climáticos

O Ceará está no domínio da Caatinga, bioma semiárido exclusivamente brasileiro, caracterizado pelo período chuvoso restrito a três ou quatro meses por ano e alta biodiversidade. O clima é predominantemente semiárido, com pluviosidades que podem ser menores que 500 mm, mas podem se aproximar de 1000 mm em outras áreas caracterizadas pelo clima semi-árido brando. A temperatura média é alta (32-33 °C), com amplitude média de 5-10 °C, com temperatura média mínima de 23 °C. No interior, a amplitude térmica diária pode ser relativamente grande devido à menor umidade, ocorrendo temperaturas máximas em torno de 40 °C e mínimas de 17 °C (Ipece, 2013).

O município de Umirim, localizado a 109,5 km de Fortaleza, na microrregião de Uruburetama, possui uma área de 327 km², latitude 3°40'38" Sul e longitude 39°21'01" Oeste. O clima é classificado como o tropical quente semiárido brando, com chuvas de Janeiro a Maio e média pluviométrica por volta dos 1000 mm anuais e temperatura média de 28 °C (Ipece, 2013).

As informações climáticas mais relevantes para a caracterização do ambiente de produção animal são: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar, radiação solar e precipitação. Quando estas condições climáticas estão inadequadas à produção causam redução no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais, principalmente em regiões tropicais, se tornando um desafio para o sucesso da produção animal, sendo necessária a redução dos efeitos climáticos através da caracterização do ambiente térmico (Yanagi Jr., 2006).

1.2. Temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade dos ventos, pluviosidade, radiação solar e zona de conforto térmico

1.2.1. Temperatura do ar (TA)

A temperatura do ar é o principal fator climático para o conforto térmico e manutenção da homeostase, pois envolve a superfície corpórea, afetando a velocidade das

reações que ocorrem no organismo e influenciando a produção animal. O conhecimento das temperaturas médias, máximas e mínimas de determinada região é imprescindível na montagem e manejo de instalações para produção animal. A escolha dos materiais adequados, a definição do tipo de ventilação, a necessidade de uso de sistema de resfriamento evaporativo, tudo deve ser baseado na TA (Yanagi Jr., 2006). As perdas de produção por conta das altas TA aplicam-se não só a países tropicais, mas também aos de clima temperado durante os meses de verão (Burfeind et al., 2012).

Quando a TA atinge valores próximos ou acima da temperatura corpórea animal, a perda de calor ocorrerá principalmente por evaporação, sendo influenciada pela UR. A evaporação cutânea está diretamente relacionada com a UR, pois quando esta se encontra elevada reduz o gradiente de vapor d'água presente no ambiente e diminui o potencial de evaporação do vapor d'água entre a pele do animal e o ambiente (Yanagi Jr., 2006). Nos bovinos, 75% da troca de calor corpórea com o ambiente ocorre através da condução, da convecção e da evaporação, sendo imprescindível que a UR não ultrapasse 70% (Nääs, 1989).

1.2.2. Umidade relativa do ar (UR)

A umidade relativa do ar em conjunto com a TA é importante na dissipação de calor pelos animais e compõem o índice de temperatura e umidade – ITU (Burfeind et al., 2012). Altos valores de TA e UR são prejudiciais na produção animal. No interior de instalações zootécnicas, a UR varia em função da temperatura do ambiente de criação, do fluxo de vapor d'água originado dos animais, das fezes, da cama e do sistema de ventilação (Zanolla et al., 1999).

1.2.3. Velocidade dos ventos (VV)

A velocidade dos ventos (VV) é um fator positivo para o conforto dos animais, auxiliando-os na manutenção de sua produtividade. Conhecendo-se as necessidades ambientais específicas, o manejo, clima local e o tipo de construção, pode-se projetar a ventilação natural ou artificial que atenda ao tipo de criação animal específico. A renovação do ar no interior da instalação permite a redução da transferência de calor da

cobertura, facilitando as trocas de calor corpóreas por convecção e evaporação, diminui o excesso de umidade ambiente e de outros gases: NH_3 , CO_2 e H_2S , provindos da cama, da respiração e dos excrementos, diminuindo o risco de doenças pulmonares (Baêta e Souza, 1997).

Quando a ventilação natural for insuficiente, a utilização de sistema de ventilação superficial é importante para garantir níveis adequados de qualidade do ar e conforto térmico. Dependendo da VV, pode ocorrer aumento do estresse térmico ou resfriamento dos animais (Mancera et al., 2011). Para bovinos leiteiros criados em clima quente manterem-se com bom nível produtivo, sugere-se uma VV de 8 m/s (Hahn, 1997).

1.2.4. Pluviosidade (P)

A influência da pluviosidade (P) em clima semiárido é indireta, ou seja, como a distribuição pluviométrica é irregular, as respostas produtivas dependem da oferta estacional de forragem, que está ligada a presença de umidade no solo. A estacionalidade das chuvas é importante na provisão de alimentos para os animais. Geralmente, há abundância, em quantidade e qualidade, no período chuvoso e escassez na seca (Andrade et al., 2006).

É na época seca que ocorrem menor desenvolvimento ponderal dos animais, estacionalidade reprodutiva, abortos, mortalidade e redução na produção de leite, conseqüências da insuficiente ingestão de nutrientes, principalmente quando não há suplementação alimentar (Sánchez et al., 2003). A alimentação deficiente em proteínas e rica em fibras inaproveitáveis pelos ruminantes faz com que haja uma carga excessiva de calor, em função da necessidade de se aumentar o metabolismo, e ocasiona dificuldades fisiológicas para eliminar o calor endógeno adicional gerado, com reflexos imediatos no bem-estar animal e na sua produção (Pereira, 2005).

1.2.5. Radiação solar (RS)

As três formas de radiação solar (RS): químicas, luminosas e térmicas, nos animais se degradam em calor, depois de absorvidas em intensidades variadas segundo a cor do

pigmento do pelo e grau de pigmentação da pele. Os bovinos tropicais têm pele escura, assim podem superar os perigos da radiação ultravioleta, pois tem geralmente uma abundante secreção sebácea na pele, que se estende sobre o pelo e atua como um filtro ultravioleta (Medeiros e Vieira, 1997). Nas regiões intertropicais, a energia térmica radiante é próxima ou maior que a TA e a TR, ocorrendo ganho de calor pelos animais, ao contrário do que acontece em climas temperados, onde os animais perdem calor por radiação (Silva et al., 2012).

A RS influi também sobre o animal, pois os que não têm pigmentação sofrem seriamente, já que os raios mais importantes que afetam os animais são os ultravioletas. Quando estes incidem sobre um animal cuja pele não tem cor ou está seca por falta de secreção sebácea, esse animal sofrerá seriamente. Os animais com a pele rosa, clara, despigmentada desenvolvem câncer ou hiperqueratose, promovendo endurecimento e aumento de sensibilidade da pele. Os animais de cara branca, como bovinos da raça Hereford, tendem a apresentar câncer sobre as pálpebras ou sobre os olhos (Medeiros e Vieira, 1997).

1.2.6. Zona de conforto térmico (ZCT)

A zona de conforto térmico (ZCT), que é um intervalo de temperatura onde o animal sente-se confortável, varia com a espécie, genética, idade, peso, tamanho corpóreo, estado fisiológico, dieta, exposição ao calor, variação da TA e UR, VV e RS incidente no ambiente de criação (Teeter, 1990).

A maioria dos ruminantes apresenta a faixa de conforto térmico entre 13-18 °C, estando vacas em lactação na faixa de 4-24 °C e, quando se considera UR e RS, o intervalo restringe-se para 7-21 °C (Perissinoto et al., 2009). Para os bovinos adultos de raças européias, a zona termoneutra está entre -1 a 16 °C (Nääs, 1989; Huber, 1990; Baccari, 1998). Estes diminuem o potencial de crescimento quando mantidos em temperatura constante acima de 24 °C, cessando em temperaturas de 29-32 °C e, em temperaturas acima de 41 °C, prostram-se (Müller, 1989).

2. Fisiologia do estresse

O termo estresse deve ser utilizado quando há falha nas tentativas de enfrentar as dificuldades, ou seja, se os sistemas de controle que regulam a homeostase corporal e as respostas aos perigos não conseguem prevenir uma alteração de estado além dos níveis toleráveis (Broom e Molento, 2004; Arantes et al., 2013).

É definido como um estímulo ambiental sobre um ser que sobrecarrega seus sistemas de controle e reduz sua adaptação, ou tem potencial para tanto, refere-se a situações de falência de adaptação (Broom e Molento, 2004; Arantes et al., 2013).

Quando o cérebro, independente da vontade do animal, interpreta alguma situação como ameaçadora ou estressante, todo o organismo passa a desenvolver uma série de alterações denominadas de “Síndrome Geral de Adaptação ao Estresse” (SGA). Esta síndrome consiste em três fases sucessivas: Reação de Alarme, Fase de Adaptação ou Resistência e Fase de Exaustão, que é atingida em reações mais graves e persistentes (Ballone e Moura, 2008).

A primeira fase ou reação de alarme subdivide-se em dois momentos: fase de choque e fase de contrachoque, onde o Sistema Nervoso Autônomo (SNA) participa ativamente. As alterações fisiológicas na primeira, onde o animal sofre o estímulo estressor, são muito abundantes. O hipotálamo promove a liberação do hormônio liberador de corticotropina (CRH), este atuará na hipófise anterior promovendo a liberação do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH), o qual entrará na corrente sanguínea e estimulará as glândulas adrenais para secreção de corticóides, que são indicadores biológicos de resposta ao estresse (Pereira, 2005; Ballone e Moura, 2008; Lopes et al., 2010).

Através da ação dos corticóides pode ocorrer taquicardia, diminuição do tônus muscular, úlceras gastroduodenais, hipocloridria, hemoconcentração, leucocitose, leucopenia, hiperglicemia, hipoglicemia, dentre outros. Na fase de contra-choque há estímulo do lóbulo anterior da hipófise para liberação do ACTH e estímulo do córtex adrenal e liberação de seus hormônios que, quando em excesso, desenvolvem a segunda fase do estresse ou fase de resistência (Capisano, 1992).

A fase de resistência é caracterizada pela hiperatividade das glândulas adrenais sob influência da hipófise. Neste momento mais crônico, há um aumento do volume destas

glândulas, atrofia do baço e das estruturas linfáticas e leucocitose. A ação da hipófise na ativação do sistema endócrino deve-se à grande necessidade de concentração de energia para defesa (Pereira, 2005; Ballone e Moura, 2008).

As descargas simpáticas na medula adrenal provocam liberação de catecolaminas, nas situações de estresse, promovendo a glicogenólise no tecido muscular e glicogênese no fígado, inibindo a insulina e estimulando o glucagon. Isto permite maior disponibilidade de glicose às células em geral e liberação de glicocorticóides que promovem a excitação cerebral durante o estresse (Ballone e Moura, 2008).

A glicemia precisa estar elevada para a manutenção energética durante o estresse, porém quando o estresse se prolonga os glicocorticóides são nocivos aos tecidos restringindo o crescimento somático e ósseo e os estímulos estressores se tornam crônicos e, assim, o organismo vai à terceira fase da SGA ou fase de Exaustão (Pereira, 2005; Ballone e Moura, 2008).

A fase de exaustão é caracterizada pela falha dos mecanismos de adaptação e déficit das reservas energéticas. É uma fase grave com sintomas somáticos e psicossomáticos evidentes que pode levar alguns animais a morte. O organismo não é capaz de manter-se equilibrado, o que leva a falência adaptativa. As mudanças fisiológicas promovidas pelo estresse colocam os organismos a disposição da adaptação, fornecendo certa ansiedade como requisito psicológico para manutenção do estado de alerta (Ballone e Moura, 2008).

O estresse pode ainda ser classificado de acordo com suas subseqüentes respostas, ou seja, “estresse neutro”, aquele que não é prejudicial ao animal e promove respostas que nem aumentam nem ameaçam o bem-estar do mesmo; o “eustresse” caracteriza-se por envolver alterações ambientais não prejudiciais aos animais e iniciam respostas que podem ser benéficas; e o “distresse caracteriza-se pelo estado em que o animal se encontra incapaz de adaptar-se ao ambiente alterado ou ao estímulo interno, promove respostas prejudiciais que interferem no seu bem-estar, conforto ou reprodução, induzindo a mudanças patológicas (Marson, 1999; Doyle et al., 2010).

3. Ambiente e mecanismos de tolerância ao calor

O ambiente onde os animais vivem é bastante complexo, pois fatores como VV, RS, TA e UR modificam-se continuamente e alterações em uma ou outra destas variáveis podem causar mudanças significativas em todos os componentes do balanço térmico (Silva, 1999).

Existem significativas diferenças entre o ambiente térmico de vacas pastejando em uma região tropical e o encontrado pelas mesmas em um ambiente de clima temperado. Neste, a TA e a pressão de vapor encontram-se abaixo dos valores equivalentes ao do corpo do animal, que pode facilmente eliminar energia térmica para o ambiente através de convecção, evaporação e radiação. Já em clima tropical, a TA excede a temperatura corpórea e a termólise por convecção é prejudicada e, se a região for úmida, elevados níveis de pressão de vapor do ar dificultam a evaporação cutânea e a respiratória promovendo estresse térmico (Silva, 1999; Pereira, 2005).

A temperatura radiante das vizinhanças dos animais pode ser próxima ou maior que a temperatura superficial do corpo, pois a quantidade de energia térmica recebida por radiação é maior do que a eliminada. Nas regiões tropicais as trocas térmicas por radiação entre animais e ambiente são importantes, já que, em muitos casos, demonstram a diferença entre um ambiente confortável e outro intolerável (Silva, 1999; Silva et al., 2012).

A pigmentação e outras características do pelame são importantes para a troca térmica radiante e é reconhecido que animais com pelame escuro são mais sujeitos ao estresse térmico que os de pelame claro. No entanto, pelames claros permitem maior penetração da RS que os escuros e a transmissão dessa radiação ocorre através da capa dependente das propriedades estruturais e físicas da mesma: espessura da capa, comprimento e pigmentação dos pelos, número de pelos por unidade de área e diâmetro dos pelos. Com relação aos efeitos da radiação ultravioleta, a transmissão através do pelame é de importância fundamental e depende da pigmentação da epiderme (Silva et al. 1988; Gebremedhin et al., 1997; Façanha et al., 2010).

3.1. Estresse térmico e variáveis fisiológicas

O estresse térmico promove alterações na homeostase e tem sido quantificado mediante mensuração de variáveis fisiológicas tais como, temperatura retal, frequência respiratória e temperatura superficial corpórea. Do ponto de vista bioclimático, mesmo para animais cruzados, considerados tolerantes ao calor, podem ocorrer alterações comportamentais e fisiológicas (Nardone, 1998; Sousa Júnior et al., 2008).

3.1.1. Temperatura retal (TR)

A temperatura corpórea é determinada pelo equilíbrio entre a perda e o ganho de calor e seu valor é obtido através da mensuração da TR, que varia em bovinos de 38,1 a 39,1 °C para animais de corte e de 38 a 39,3 °C para os leiteiros. Sob condições termo neutras, varia de 38 a 39,5 °C. É frequentemente usada como índice de adaptação fisiológica ao ambiente quente, pois seu aumento indica que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes para manutenção da homeotermia. O calor necessário para manter a temperatura corpórea dos animais provém do metabolismo e da absorção da RS e a mesma depende do equilíbrio entre o calor produzido e liberado para o ambiente (Baccari Jr., 1987; Dirksen et al., 1993; Mota, 1997; Robinson, 1999; DuPreez, 2000; Perissinoto et al., 2009).

Fatores intrínsecos e extrínsecos podem interferir na variação da TR. Os primeiros estão relacionados com o animal, tais como idade, raça, sexo, estado fisiológico e capacidade de adaptação ao ambiente. Bovinos taurinos, originários de climas temperados, são mais sensíveis aos extremos de temperaturas dos trópicos que os bovinos zebuínos, que são bem adaptados ao clima tropical. Como fatores extrínsecos que interferem na TR têm-se a hora do dia, a ingestão de alimentos e de água, o estado nutricional, a temperatura ambiente, densidade, sombreamento, VV, estação do ano, exercícios e RS (Baccari Jr., 1987; Carvalho et al., 1996; Ferreira et al., 2006).

3.1.2. Frequência respiratória (FR)

Assim como a TR, a FR varia com fatores intrínsecos e extrínsecos. Os primeiros relacionam-se com respostas aos exercícios físicos, ao medo, excitação, estado fisiológico e produção leiteira. Os extrínsecos relacionam-se com o ambiente, como condições climáticas: TA, UR, RS, VV, estação do ano, hora do dia, densidade e sombreamento. As medidas normais da FR em bovinos adultos variam de 24 a 36 movimentos respiratórios por minuto (mov/min), mas podem ter uma maior amplitude entre 12 e 36 mov/min. Em condições de estresse térmico, a FR eleva-se primeiro que a TR e podem ser observados animais taquipnéicos em ambientes com temperaturas elevadas (Marai et al., 1999; Ferreira et al., 2006; Terra, 2006).

3.1.3. Temperatura superficial corpórea (TS)

A TS relaciona-se com as condições ambientais de TA e UR, VV, RS e com condições fisiológicas como vascularização e evaporação pelo suor. Desta forma, auxilia na manutenção da TR devido às trocas de calor com o ambiente em baixas temperaturas. Os bovinos utilizam-se da perda de calor sensível dissipando calor para o ambiente através da pele por radiação, condução e convecção. Durante o estresse pelo calor, as perdas sensíveis são diminuídas e a evaporação torna-se o principal processo de perda de calor. A TS de vacas holandesas em instalações climatizadas varia de 31,6 a 34,7 °C, sem indicação de estresse térmico (Martello et al., 2004; Ferreira et al., 2006).

3.2. Estresse térmico e perfis hormonais

Ambientes com temperaturas elevadas promovem efeitos negativos sobre o bem estar animal e suas consequências dependem da eficiência dos mecanismos termorreguladores dos animais. A tireoide e as glândulas adrenais desempenham importantes funções neste mecanismo de adaptação e, animais bem adaptados, respondem rapidamente às mudanças ambientais, devido aos ajustes fisiológicos necessários (Uribe-Velasquez et al., 1998; Starling et al., 2005; Rosa et al., 2009).

3.2.1. Cortisol

Além de ser um indicador de resposta animal a situações de estresse, o cortisol é um hormônio que modula as atividades de diversos sistemas em resposta às mudanças ambientais. Este hormônio é frequentemente utilizado para detectar mudanças na atividade do eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal (HHA), o qual regula vários processos biológicos, tais como equilíbrio energético, reprodução, respostas imunes e é ativado por condições de estresse (Minton, 1994; Ferreira et al., 2009).

O cortisol estimula a degradação de tecido hepático, muscular e adiposo para liberação de glicose, aminoácidos e gordura, respectivamente, que serão utilizados como fonte adicional de energia para controlar o estresse. Esta energia adicional será utilizada pelo organismo de animais em estresse térmico para estimular a dissipação de calor (Sapolsky et al., 2000; Campos et al., 2008).

As respostas ao estresse térmico são desencadeadas pela ativação do eixo HHA, provocada pela liberação do CRH (hormônio liberador de corticotrofinas) pelo hipotálamo e a subsequente liberação do ACTH (hormônio adrenocorticotrófico) pela hipófise anterior e de glicocorticoides pelo córtex da adrenal. A resposta do eixo HHA ao estresse é em parte determinada pela capacidade dos glicocorticoides em regular a liberação do ACTH por um sistema de retroalimentação negativa. Como o cortisol é secretado na corrente sanguínea, o hipotálamo detecta sua elevada concentração e ocorre um feedback negativo, impedindo a produção de CRH e ACTH e, conseqüentemente de mais cortisol (Kadizere et al., 2002; Alila-Johansson et al., 2003; Bond et al., 2012).

O estresse térmico promove aumentos significativos nos níveis plasmáticos de cortisol. Vacas em estresse térmico agudo apresentam maiores concentrações de cortisol, mas há diminuição destes níveis durante o estresse crônico (Arantes et al., 2013). As concentrações normais de cortisol para animais em conforto térmico estão por volta de 3,5 ng/mL. Em situações de estresse térmico, os valores sobem para o intervalo de 4,5 a 15,6 ng/mL e até mais elevados entre 21,5 a 43,0 ng/mL (DuPrezz et al., 2000). Apesar dos bovinos leiteiros não serem de raças estacionais, pode ocorrer influência das horas de luz nas concentrações de cortisol, onde dias mais curtos elevam os níveis deste hormônio (Ronchi et al., 2001; Zahner et al., 2004; Chaiyabutr et al., 2008).

Durante o estresse em curto prazo, os glicocorticoides melhoram o desempenho pela mobilização de energia e podem mudar o comportamento frente aos desafios estressantes. No entanto, no estresse crônico grave com longos períodos de altas concentrações de cortisol pode ocorrer diminuição no desempenho individual pela imunossupressão e atrofia dos tecidos como a glândula mamária, com diminuição da produtividade (Gaugahn et al., 2009).

A resposta imune é atenuada devido à redução da capacidade dos glóbulos brancos em sintetizar e secretar citocinas pró-inflamatórias. Desta forma, os glóbulos brancos que são recrutados para combater infecções, são menos efetivos e inflamações e febres são reduzidas. Este é um dos motivos pelo qual vacas em constante estresse, tipo estresse térmico, são mais susceptíveis a desenvolver doenças (Carrol e Fosberg, 2007; Cooke et al., 2009; Russi et al., 2011).

3.2.2. Triiodotironina (T3) e tiroxina (T4)

Dentre as mudanças endócrinas importantes durante o estresse térmico, destaca-se a diminuição da atividade do eixo HHT (hipotálamo-hipófise-tireóide), com redução das concentrações dos hormônios tireoidianos. A tireoide mostra-se uma glândula sensível ao estresse térmico, pelo fato de seus hormônios estarem ligados a termogênese, já que aumentam a taxa metabólica e possuem ação potenciadora sobre as catecolaminas. Então, animais que estejam expostos a altas temperaturas apresentarão níveis plasmáticos de T3 e T4 reduzidos e uma menor produção de calor metabólico (Johnson et al., 1988; Mc Nabb, 1995; Morais et al., 2008).

O iodo é essencial na síntese desses hormônios, com quatro iodios por molécula de T4, correspondendo a 66% do seu peso e três iodios por molécula de T3, equivalente a 58% do seu peso. As concentrações de T3 variam de 41 a 70 $\mu\text{g/dL}$ e para T4 de 3,6 a 8,9 $\mu\text{g/mL}$. O meio ambiente pode produzir alterações na produção de T3 e T4, as quais exercem profundo efeito no metabolismo e em outras funções do organismo animal, inclusive no sistema reprodutivo. Esses hormônios são normalmente detectáveis na circulação periférica, cujo controle de liberação depende da ação do hormônio tireotrófico

(TSH) produzido pela hipófise (Starling et al., 2005; Lunardelli et al., 2007; Pereira et al., 2008; Nascimento et al., 2013b).

A associação da concentração de T4 com a concentração adequada de iodo na alimentação mineral ou a presença de patologias da tireóide podem interferir na fertilidade de vacas. A hipofunção da tireóide em bovinos durante a exposição crônica ao calor está associada à necessidade de diminuição da taxa metabólica, o que pode induzir mudanças em outras funções corporais, como diminuição no consumo de alimentos, no peso corporal e na secreção de leite, principalmente em situações de elevada produção (Lunardelli et al., 2007; Morais et al., 2008; Nascimento et al., 2013b).

Há necessidade de se diferenciar os efeitos de longa e curta duração do estresse pelo calor sobre os níveis circulantes de T3 e T4 em ruminantes, uma vez que a adaptação ao estresse crônico acarreta mudanças endócrinas que podem ser diferentes daquelas condicionadas pelo estresse momentâneo (Rasooli et al., 2004). O processo de retroalimentação que regula a concentração dos hormônios tireoidianos é afetado por fatores internos e externos que podem alterar a taxa com a qual o TSH é secretado, tais como balanço energético, variação circadiana, temperatura ambiental e doenças (Lechan e Fekete, 2006; Façanha et al., 2013).

4. Adaptação de bovinos em clima tropical

Qualquer tipo de produção animal em clima tropical deve levar em consideração as condições climáticas, tais como: alta radiação solar, elevadas temperaturas diárias, forragem de baixa qualidade, longos períodos de seca, que interferem na produção. Grupos genéticos adaptados para esta região devem ser utilizados no sistema produtivo (Torres et al., 2009; Pellegrini et al., 2010).

Devido às modificações climáticas atuais e ao aquecimento global, animais que mostram uma adaptação adequada às condições climáticas adversas destacam-se sobre a produção de animais não adaptados, direcionando a necessidade de busca por raças ou grupos genéticos adaptados à região. Características como tolerância, longevidade e adaptação têm uma relação direta com as características físicas e as respostas fisiológicas

dos animais ao seu meio ambiente, de acordo com a TA, a UR, a RS e a VV (Paiva et al., 2005; Marai et al., 2007; Souza et al., 2008; McManus et al., 2011).

4.1. Fatores anatômico-fisiológicos que promovem o conforto

Bovinos bem adaptados são caracterizados por manutenção ou perda mínima de produção. Durante o período de estresse, o animal consegue manter a eficiência reprodutiva, mostra-se resistente a doenças e com baixas taxas de mortalidade. Quando o animal sofre devido ao calor, a ingestão de alimentos é reduzida, o metabolismo diminui, provocando uma hipofunção da tireoide. Isto afeta o crescimento, a eficiência reprodutiva, a conversão alimentar e a produção de leite, ocasionando perdas econômicas consideráveis (West, 2003; Marai et al., 2007; Silva et al., 2010).

O sistema termorregulador é ativado para manter o equilíbrio térmico entre o animal e o meio. A termorregulação representa um esforço extra e, desta forma, uma alteração na produtividade, pois a manutenção da homeotermia é prioridade para os animais e impera sobre as funções produtivas, como produção de leite e reprodução (Furtado et al., 2012).. A estratégia dos mamíferos é manter a temperatura corporal interna maior que a temperatura ambiente, o que promove um fluxo de calor entre o organismo e o ambiente externo (Collier et al., 2006).

O fluxo ocorre por meio das quatro vias de troca de calor: condução, convecção, radiação e evaporação. Dentro da zona de conforto térmico, as três primeiras vias, formas sensíveis de transferência, correspondem a 75% das perdas de calor. Quando a temperatura ambiente se eleva, aproximando-se da temperatura corporal, o gradiente de temperatura torna-se reduzido e diminui a eficiência das perdas de calor sensível, acionando a transferência de calor evaporativo ou forma latente de transferência de calor (Spain e Spiers, 1996; Vilela et al., 2013).

Nas situações de temperaturas ambientais elevadas, ou seja, acima da zona de conforto térmico, a evaporação torna-se o principal mecanismo de dissipação de calor, correspondendo a 80 % das perdas, sendo a respiração e a sudorese as formas evaporativas utilizadas nesta transferência de calor. A perda de calor ocorre na conversão para vapor, tanto do suor secretado pelas glândulas da pele quanto da umidade proveniente do aparelho

respiratório. Quanto maior a UR, menor será o gradiente de pressão de vapor e isso reduz a eficiência evaporativa, diminuindo a evaporação da água pela pele e respiração (Silva et al., 2006; Almeida et al., 2011).

O grande desafio para vacas de alta produção de leite criadas em clima quente é dissipar a produção de calor metabólico. Vacas com produção de 18,5 e 31,6 kg de leite por dia produzem 27,3 e 48,5% mais calor, respectivamente, do que vacas secas. O primeiro mecanismo acionado para a perda de calor é a vasodilatação, seguido pela sudação e respiração, sendo a última, sinal de estresse térmico. Bovinos com FR de até 60 mov/min ainda não estão em estresse térmico, mas quando ultrapassam 120 mov/min refletem carga excessiva de calor e, acima de 160 mov/min medidas emergenciais devem ser acionadas, tais como ventilação e aspersão. Animais com FR entre 80 a 90 mov/min já podem ser consideradas em estresse térmico (Stowell, 2000; Martello et al., 2004; Nascimento et al., 2013a).

A diferença entre ganho e perda de calor corpóreo é aferido pela TR, à qual é utilizada como índice de adaptabilidade fisiológica aos ambientes quentes, já que seu aumento significa que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes. Segundo Bianca (1961) de acordo com os resultados de aferição da TR, os animais são classificados em categorias de estresse:

- brando: termorregulação eficiente e TR na faixa normal;
- moderado: termorregulação intensificada e TR acima da faixa normal;
- severo: termorregulação ineficiente e TR elevando-se continuamente;
- excessivo: termorregulação insuficiente, hipertermia acentuada e morte.

O pelame ou capa externa das vacas é fundamental para as trocas térmicas entre o organismo e o ambiente. Em regiões tropicais, o pelame tem como funções principais a proteção mecânica da epiderme e a proteção contra a RS. Quando a temperatura do pelame ou TS for abaixo de 35 °C, o gradiente de temperatura entre o organismo e o pelame é suficiente para que o animal utilize as quatro vias de troca de calor (Collier et al., 2006; Bertipaglia et al., 2008).

Bovinos diferem entre si na perda de calor evaporativo através das glândulas sudoríparas e do metabolismo, ou seja, os animais de origem europeia tendem a apresentar estrutura glandular de diâmetro menor e com aparência enovelada, ao passo que os de

origem zebuína apresentam glândulas saculiformes de maior diâmetro. Porém, bovinos europeus criados em zonas de clima tropical tendem a apresentar glândulas com características similares às dos zebuínos. Estes apresentam metabolismo mais baixo do que os das raças européias. Desta forma, em situações de estresse térmico, os zebuínos mantêm seus níveis metabólicos, diferindo da queda metabólica que ocorre nos europeus (Marques et al., 2006; Bridi, 2012).

4.2. As raças Holandesa, Gir leiteiro e Girolando

O rebanho bovino leiteiro brasileiro é composto basicamente por animais mestiços, originados de cruzamentos de raças europeias, principalmente a raça holandesa. Esses cruzamentos podem gerar animais mais produtivos e/ou mais resistentes, já que animais com graus de sangue zebuíno têm maior eficiência na utilização de volumosos, maior adaptabilidade a condições adversas e, desta forma, apresentam melhores índices produtivos e reprodutivos em clima tropical (Guimarães et al., 2002; Mello et al., 2011).

4.2.1. Raça Holandesa

De origem europeia, é a maior produtora de leite com longos períodos de lactação. Os animais são pesados, de grande porte, com uma ampla caixa óssea, cabeça ampla, olhos grandes, órbitas salientes, chifres voltados para frente, espelho nasal e cavidade bucal amplos. A pelagem é preta e branca ou vermelha e branca. A pele é espessa e pigmentada nas partes de pelagem preta ou vermelha e despigmentada nas áreas de pelagem branca (Lazia, 2012).

A vaca holandesa tem úbere com grande capacidade de armazenamento de leite e boa formação, podendo atingir produções diárias acima de 50 kg, com lactação média de 305 dias e seu leite possui poucas gorduras e proteínas. Para produtores que comercializam leite, as características de conformação que recebem maior ênfase são as de sistema mamário, pernas e pés, e as vacas de porte médio, 625 kg de peso vivo, sendo, desta forma, mais eficientes e produtivas (Dorneles et al., 2009).

O gado holandês, desenvolvido em ambientes nos quais o estresse térmico é mínimo, apresenta, em geral, características pouco adequadas à dissipação do excesso de

calor corporal decorrente do elevado desempenho produtivo, o que é agravado pelas altas temperaturas e pela forte carga térmica radiante do clima tropical brasileiro. Vacas da raça Holandesa tem sua produção reduzida em ambientes com temperaturas a partir de 24 °C e sua zona de termoneutralidade (ZTN) varia entre 4 e 26 °C (Silva et al., 2002; Bertipaglia et al., 2007; Borburema et al., 2013).

4.2.2. Raça Gir leiteiro

Esta raça foi adaptada para uma maior produção de leite e está em processo contínuo de aperfeiçoamento. Seus níveis produtivos apresentam-se adequados para o clima brasileiro e as condições de criação. Esses animais apresentam aptidão para leite e carne, possuem perfil convexo ou ultra convexo, testa proeminente, chifres laterais retorcidos, barbela desenvolvida, pelagens variadas com pelos brancos, vermelhos, amarelos e pretos em combinações variadas. A pele é escura, o que proporciona tolerância à incidência solar. A ZTN é de 10 a 32 °C, com temperatura crítica acima de 35 °C (Alvim et al., 2005; ABCGIL, 2012).

O úbere é amplo, comprido, largo e profundo com grande capacidade de armazenagem de leite, fazendo pregas quando vazio. A duração média da lactação é de 290 dias com produção média diária de 12 kg de leite e percentual de gordura em torno de 5%. A vida útil de vacas Gir leiteiro é superior a das vacas europeias, possibilitando a ocorrência de animais com dez crias ou mais em plena atividade produtiva (Gloria et al., 2006; Lagrotta et al., 2010).

Vacas Gir expressam seu potencial produtivo com menor quantidade de alimento e sofrem menos com períodos de restrição alimentar, já que sua exigência, seu metabolismo e a ingestão de alimentos são mais baixos que das raças europeias. Apresenta-se como a raça preferencialmente utilizada em cruzamentos com gado leiteiro europeu, especialmente o Holandês, contribuindo principalmente com rusticidade e vigor. É a raça utilizada na formação do gado mestiço leiteiro brasileiro, conhecido como raça Girolando (ABCGIL, 2012).

4.2.3. Raça Girolando

Proveniente do cruzamento das raças Gir e Holandês, a raça Girolando possui importante papel na produção leiteira nacional com animais adaptados e com boa lactação. Em 1996 foi aprovado o padrão morfológico da raça pela Associação Brasileira dos Criadores de Girolando: animais de porte médio, cabeça média, levemente convexa, olhos elípticos, espelho nasal escuro, pelagens preta, castanha e vermelha com branco em várias combinações, pelos curtos e pele solta (Girolando, 2012).

As vacas Girolando possuem características fisiológicas e morfológicas adequadas para a produção leiteira nos trópicos, tais como: boa capacidade e suporte de úbere, tetas medianas e simétricas, pele pigmentada, boa capacidade termorreguladora, peito largo e amplo, costelas arqueadas e largas, aprumos fortes, boa conversão alimentar e eficiência reprodutiva (Glória et al., 2006; Girolando, 2012).

O gado Girolando é responsável por 80% do leite produzido no Brasil e isto é possível porque esta raça produz satisfatoriamente sob pastejo, aproveita pastagens de baixa qualidade, possui uma lactação por volta dos 300 dias, 4% de gordura no leite e adapta-se a qualquer tipo de manejo, estando sua ZTN entre 5 e 31 °C (Freitas et al., 2002; Ferro et al., 2010; Girolando, 2012).

Dentro do programa Girolando são registrados animais com os seguintes cruzamentos: $\frac{1}{4}$ Holandês e $\frac{3}{4}$ Gir, $\frac{3}{8}$ Holandês e $\frac{5}{8}$ Gir, $\frac{1}{2}$ Holandês e $\frac{1}{2}$ Gir, $\frac{5}{8}$ Holandês e $\frac{3}{8}$ Gir (puro sintético), $\frac{3}{4}$ Holandês e $\frac{1}{4}$ Gir, e $\frac{7}{8}$ Holandês e $\frac{1}{8}$ Gir (Girolando, 2012).

5. Índice de conforto ambiental

As respostas dos animais ao estresse térmico variam de forma específica e são de natureza fisiológica e comportamental. O uso de um índice de conforto para uma espécie animal deve levar em consideração as características do animal, o sistema de criação e os elementos meteorológicos envolvidos (Barreto et al., 2012). Alguns fatores ambientais são importantes para alguns animais, mas não para outros (Silva et al., 2006).

O índice de conforto ambiental foi desenvolvido por Thom (1959) para estimar a sensação de conforto térmico em diferentes TA e UR com baixas VV. É o índice mais

utilizado por pesquisadores para avaliação do conforto em animais pela simplicidade e facilidade de execução. Vários estudos forneceram informações dos efeitos das altas TA sobre a produção e reprodução de vacas e serviram de base para outros estudos que relacionaram o ITU com os índices produtivos e reprodutivos bovinos (Berry et al., 1964; Hahn e Osburn, 1969; Nabenishi et al., 2011).

No cálculo do ITU são utilizadas a TA e a UR na seguinte equação:

$$\text{ITU} = \text{Tbs} + 0,36 \text{ Tpo} + 41,2$$

Onde:

Tbs: Temperatura de bulbo seco, °C;

Tpo: Temperatura de ponto de orvalho, °C (Thom, 1959).

Os valores do ITU para situações de conforto ou estresse térmico não são semelhantes entre os pesquisadores. Para vacas holandesas, um ITU de 72 representa situação de estresse (Johnson, 1980). Outros pesquisadores consideram estressante, para vacas com alta produção de leite, um ITU acima de 76 (Igono et al., 1992).

Em estudo realizado na África do Sul com vacas leiteiras, foi constatado que ITU inferior a 70 significa ausência de estresse, entre 70 e 72, alerta ou nível crítico, de 72 a 78, alerta acima do nível crítico, 78 a 82, perigo, e superior a 82, emergência com risco de morte (DuPrezz et al., 1990; Campos et al., 2002; Cerutti et al., 2013).

Trabalho com vacas mestiças Holandês-Zebu de diferentes graus de sangue: 1/2, 3/4 e 7/8, foram estimados valores críticos superiores para ITU iguais a 79, 77 e 76, respectivamente para os diferentes graus de sangue (Azevedo et al., 2005).

A sensibilidade de vacas de leite ao estresse térmico está bem evidenciada e índices como o ITU auxiliam na detecção de perdas na produção, deficiências reprodutivas e distúrbios na aclimação dos animais (Collier et al., 2006; Cerutti et al., 2013).

6. Efeitos do estresse térmico sobre a reprodução de fêmeas bovinas

Os animais endotérmicos resistem melhor a baixas temperaturas corporais do que as elevadas, pois alguns hibernam mantendo suas temperaturas corpóreas entre 6-18 °C e a integridade celular. A resistência diminui quando a temperatura corpórea ultrapassa o

limite da espécie em alguns graus, ou seja, a morte torna-se provável, pois haverá ruptura na membrana celular, desnaturação proteica e, na sudorese e na ofegação há perda de eletrólitos e fluidos (Takahashi, 2012). Desta forma, a regulação da temperatura corpórea é prioridade sobre várias outras funções fisiológicas, dentre estas a reprodução (Heldmaier et al., 2004; Jardine, 2007).

O estresse térmico pode levar a desequilíbrios nos processos reprodutivos através de mecanismos gerais, onde as alterações na homeostase para regulação da temperatura corporal comprometem as funções reprodutivas. Tais alterações podem ser: a redistribuição do fluxo sanguíneo do centro do corpo para a periferia objetivando aumentar a perda de calor sensível e a redução do consumo de ração durante o estresse térmico para diminuir a produção de calor metabólico (Takahashi, 2012). Essas mudanças promovem alterações no balanço energético e disponibilidade de nutrientes, comprometendo a ciclicidade, o estabelecimento de gestação e o desenvolvimento fetal (Hansen, 2009).

O estro das fêmeas bovinas tem duração de 14-18 horas em locais com temperaturas amenas, enquanto que em ambientes quentes este período diminui para 8-10 horas, dificultando a identificação do cio e, conseqüentemente, a concepção. As falhas na detecção do cio podem chegar a 80%, pois o calor reduz a duração do estro e o número de montas, bem como a taxa de concepção, que pode ficar abaixo de 10% (Hansen, 2007; Cruz et al., 2011).

O desenvolvimento e as funções oocitárias podem ser comprometidos durante o estresse térmico. Vacas em lactação são bem sensíveis ao estresse térmico devido às elevadas exigências metabólicas da lactação, onde a competência oocitária para fertilização e o subsequente desenvolvimento são reduzidos durante os períodos mais quentes do ano (Al-Katanani et al., 2002; Sartori et al., 2002; Satrapa et al., 2011).

Altas temperaturas 10 dias antes do estro foram associadas com baixa fertilidade (Sakatani et al, 2012). A produção de esteroides foi baixa em culturas de células da teca e da granulosa obtidas de vacas submetidas ao estresse térmico prévio de 20-26 dias e a retomada da fertilidade de vacas em lactação em Israel foi acelerada quando foram removidos os folículos formados no verão (Al-Katanani et al., 1999; Roth et al., 2001a; Roth et al., 2001b).

Os efeitos do estresse térmico sobre a função folicular podem envolver mudanças ao nível folicular ou na secreção de hormônios hipofisários responsáveis pelo desenvolvimento folicular – LH, hormônio luteinizante. Uma das conseqüências da

redução da secreção de LH em vacas lactantes é o aumento do número de folículos pequenos e médios e o recrutamento destes para o “pool” de crescimento deve-se à diminuição das concentrações de inibina e aumento nas concentrações de FSH, hormônio folículo estimulante (Roth et al., 2000; Bridges et al., 2005; Hansen, 2009).

Os oócitos permanecem suscetíveis ao estresse térmico durante o período pré-ovulatório. Quando esse estresse coincide com a ovulação e a maturação oocitária pode ou não ter efeito sobre a fertilização dos oócitos, mas os embriões resultantes são mais propensos a um desenvolvimento lento ou anormal. Danos ao oócito durante o período pré-ovulatório refletem em distúrbios hormonais, já que o processo de maturação é interrompido e há a produção de espécies reativas de oxigênio. A apoptose desempenha papel crítico nos efeitos do estresse térmico sobre os oócitos bovinos em maturação. De 15 a 30% dos oócitos expostos a altas temperaturas sofrem apoptose (Putney et al., 1989; Roth et al., 2008; Soto e Smith, 2009; Wang et al., 2009).

Embriões recém implantados são bastante suscetíveis ao estresse térmico materno, mas a medida que avança o desenvolvimento embrionário, esta suscetibilidade diminui. Vacas leiteiras expostas ao estresse térmico um dia após o estro, que apresentavam embriões com duas células, tiveram reduzidas as formações de blastocistos no dia 8 após o cio. Porém, o estresse térmico não influenciou na formação de blastocistos quando ocorreu nos dias 3, 5 e 7 após o estro (Ealy et al., 1993; Bilby et al., 2009).

Essa suscetibilidade deve-se ao aumento na produção de espécies reativas de oxigênio durante o estresse térmico materno e que atuam nos ovidutos e nos embriões. À medida que o desenvolvimento embrionário avança, a produção das espécies reativas de oxigênio diminui e as concentrações intracelulares do antioxidante glutathione aumentam, daí uma maior resistência embrionária ao estresse térmico (Lim et al., 1996; Sakatani et al., 2004, 2008; Stewart et al., 2011).

Alguns danos da temperatura elevada sobre a sobrevivência embrionária no útero resultam de alterações na fisiologia materna, ao invés de ser um efeito direto sobre embrião. Desta forma, há relatos que o estresse térmico promove redução nas concentrações circulantes de progesterona (Wolfenson et al., 2000; Collier et al., 2006).

A ocorrência do estresse térmico durante a gestação causa redução do crescimento fetal, com diminuição dos pesos placentário e fetal, e redução das concentrações dos hormônios placentários no sangue (Maya-Soriano et al., 2013). Estes efeitos são mais evidentes durante o meio da gestação, diminuindo ao final da mesma e devem-se pela

redistribuição do sangue para a periferia ocasionando redução da perfusão placentária (Alexander et al., 1987; Wallace et al., 2005; Reyes et al., 2010).

A redução da secreção de hormônios placentários devido ao estresse térmico pode causar redução da produção de leite, ocasionando nutrição inadequada para o recém-nascido (Suthar et al., 2012). A hipertermia materna também pode aumentar a incidência de teratologias, ou promover alterações fisiológicas no animal durante a fase adulta, como ocorre em cobaias, onde o estresse térmico durante a fase uterina reduziu o aprendizado dos animais na fase adulta (Jonson et al., 1976; Collier et al., 1982; Wolfenson et al., 1988; Graham et al., 1998; Barker, 2007).

7. Referências

ABCGIL- Associação Brasileira dos Criadores de Gado Gir Leiteiro – www.girleiteiro.org.br Acesso em 25/04/2012.

Alexander, G., Hales, J.R.S., Stevens, D., Donnelly, J.B. Effects of acute and prolonged exposure to heat on regional blood flows in pregnant sheep. **Journal of Developmental Physiology**, v.9, p.1-15, 1987.

Alila-Johansson, A., Eriksson, L., Soveri, T., Laakso, M. Serum cortisol levels in goats exhibit seasonal but not daily rhythmicity. **Chronobiology International**, v.20, n.1, p.65-79, 2003.

Al-Katanani, Y.M., Paula-Lopes, F.F., Hansen, P.J. Effect of season and exposure to heat stress on oocyte competence in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.390-396, 2002.

Al-Katanani, Y.M., Webb, D.W., Hansen, P.J. Factors affecting seasonal variation in 90 day non-return rate to first service in lactating Holstein cows in a hot climate. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2611-2615, 1999.

Almeida, G.L.D., Pandorfi, H., Guiselini, C., Henrique, H.M., Almeida, G.A.D. Uso do sistema de resfriamento adiabático evaporativo no conforto térmico de vacas da raça Girolando. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.7, p.754-760, 2011.

Alvim, M.J., Paciullo, D.S.C., Carvalho, M.M., Aroeira, L.J.M., Carvalho, L.A., Novaes, L.P., Gomes, A.T., Miranda, J.E.C., Ribeiro, A.C.C.L. Sistema de produção de leite com recria de novilhas em sistemas silvipastoris. **Embrapa Gado de Leite**, Sistema de Produção, n.7, versão eletrônica, Disponível em: www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br, 2005. Acesso em 25/04/2012.

Andrade, A.P., Souza, E.S.; Silva, D.S. et al. Produção animal no bioma caatinga: paradigmas dos pulsos-reserva. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.138-155, 2006 (supl. especial).

Arantes, A.O., Aquino, B.R., Urman, F.L., Francelino, P.E., Barbosa, T.C., Berber, R.C.A. Efeitos da condição de estresse em bovinos de corte. **Scientific Electronic Archives**, v.3, p.63-72, 2013.

Azevedo, M., Pires, M.F.A., Saturnino, H.M., Lana, A.M.Q., Sampaio, I.B.M.S., Morato, L.E. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4, 7/8 Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.

Baccari Jr., F. A temperatura corporal dos bovinos. **Gado Holandês**, n.51, p.15-19, 1987.

Baccari Jr., F. Manejo para produção de leite em climas quentes. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 2, **Anais...Goiânia**, 1998. p. 136-160.

Baêta, F. C., Souza, C. F. **Ambiência em Edificações Rurais: conforto térmico animal**. Viçosa: editora UFV, 1997. 246 p.

Ballone, G. J., Moura, E. C. Maldade da infância e adolescência: Bullying. **PsiquWeb, Internet, disponível em www. psiweb. med. br, revisto em**, 2008. Acesso em 15/03/2012.

Barker, D.J. The origins of the developmental origins theory. **Journal of Internal Medicine**, v.261, p.412-417, 2007.

Barreto, L.C.N., Lana, A.M.Q., Ferreira, A.M., Leite, R.C., Leite, R.C. Composição racial, adaptação ao ambiente criatório e eficiência técnica dos rebanhos leiteiros de Itaperuna-RJ. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.19, n.1, p.32-37, 2012.

Berry, I.L., Shanklin, M.D., Johnson, H.D. Dairy shelter design based on milk production decline as affected by temperature and humidity. **Transactions of ASAE**, n.7, p. 329, 1964.

Bertipaglia, E.C.A., Silva, R.G., Cardoso, V., Fries, L.A. Desempenho reprodutivo, características do pelame e taxa de sudação em vacas da raça Braford. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1573-1583, 2008.

Bertipaglia, E.C.A., Silva, R.G., Cardoso, V., Maia, A.S.C. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características do pelame e de desempenho reprodutivo de vacas holandesas em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.350-359, 2007.

Bianca, W. Heat tolerance in cattle its concepts: measurements and dependence on modify factors. **International Journal of Biometeorology**, v.5, p.5-30, 1961.

Bilby, T.R., Tatcher, W.W., Hansen, P.J. Estratégias farmacológicas, nutricionais e de manejo para aumentar a fertilidade de vacas leiteiras sob estresse térmico. In: XVIII Curso

Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos, 2009, Uberlândia, MG. **Anais...**, p.59-71, 2009.

Bond, G.B., Almeida, R., Ostrensky, A., Molento, C.F.M. Métodos de diagnóstico e pontos críticos de bem estar de bovinos leiteiros. **Revista Ciência Rural**, v.42, n.7, 2012.

Borburema, J.B., Souza, B.B., Cezar, M.F., Pereira Filho, J.M. Influência de fatores ambientais sobre a produção e composição físico-química do leite. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.9, n.4, p.15-19, 2013.

Bridges, P.J., Brusie, M.A., Fortune, J.E. Elevated temperature (heat stress) in vitro reduces androstenedione and estradiol and increases progesterone secretion by follicular cells from bovine dominant follicles. **Domestic Animal Endocrinology**, v.29, p.508-522, 2005.

Bridi, A.M. Adaptação e Aclimatação Animal. Universidade Estadual de Londrina – PR. Disponível em: http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimateologia_arquivos/AdaptacaoeAclimatacaoAnimal.pdf Acesso em 19/04/2012.

Broom, D.M. e Molento, C.F.M. Bem-Estar Animal: Conceito e Questões Relacionadas – Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v.9, n.2, p.1-11, 2004.

Burfeind, O., Suthar, V.S., Heuwieser, W. Effect of heat stress on body temperature in healthy early postpartum dairy cows. **Theriogenology**, v.78, p.2031-2038, 2012.

Campos, A.T., Klosowski, E.S., Gasparino, E., Campos, A.T. Estudo do potencial de redução da temperatura do ar por meio do sistema de resfriamento adiabático evaporativo na região de Maringá-PR. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.24, n.5, p.1575-1581, 2002.

Campos, R., Lacerda, L.A., Terra, S.R., Gonzalez, F. Parâmetros hematológicos e níveis de cortisol plasmático em vacas leiteiras de alta produção no Sul do Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.45, p.354-361, 2008.

Capisano, H.F. "Imagem corporal." **Psicossomática hoje**, p.179-191, 1992.

Carrol, J.A., Fosberg, N.E. Influence of stress and nutrition on cattle immunity. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.23, p.105-149, 2007.

Carvalho N.M., Olivo C.J., Tronco V., Buriol G.A. Efeitos da disponibilidade de sombra, durante o verão, sobre a composição do leite de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.4, n.2, p.19-24, 1996.

Cerutti, W.G., Bermudes, R.F., Viégas, J., Martins, C.M.M.R. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em lactação submetidas ou não ao sombreamento e aspersão na pré-ordenha. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.3, p.406-412, 2013.

Chaiyabutr, N., Chanpongsang, S., Suadsong, S. Effects of evaporative cooling on the regulation of body water and milk production in crossbred Holstein cattle in a tropical environment. **International Journal of Biometeorology**. Lisse, v.52, p.575-585, 2008.

Collier, R.J., Dahl, G.E., Vaanbale, M.J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1244-1256, 2006.

Collier, R.J., Doelger, S.G., Head, H.H., Thatcher, W.W., Wilcox, C.J. Effects of heat stress during pregnancy on maternal hormone concentrations, calf birth weight and postpartum milk yield of Holstein cows. **Journal of Animal Science**, v.54, p.309-319, 1982.

Cooke, R.F., Arthington, J.D., Austin, B.R., Yelich, J.V. Effects of acclimation to handling on performance, reproductive, and physiological responses of Brahman-crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, v.87, p.3403-3412, 2009.

Cruz, L.V., Angrimani, D.S.R., Rui, B.R.,; Silva, M.A. Efeitos do estresse térmico na produção leiteira: revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n.16, 2011. Disponível em: <http://www.revista.inf.br/veterinaria16/revisao/RV05.pdf>

Dirksen, G., Gründer, H.D., Stöber, M. **Exame clínico dos bovinos** 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 419p.

Dorneles, C.K.P., Rorato, P.R.N., Cobuci, J.A., Lopes, J.S., Weber, T., Oliveira, H.N. Persistência na lactação para vacas da raça Holandesa criadas no estado do Rio Grande do Sul via modelos de regressão aleatória. **Revista Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1485-1491, 2009.

Doyle, R.E., Fisher, A.D., Hinch, G.N., Boissy, A., Lee, C. Release from restraint generates a positive judgement bias in sheep. **Applied Animal Behaviour Science**, v.122, n.1, p.28-34, 2010.

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

DuPrezz, J.H., Giesecke, W.H., Hatting, P.J., Eisenberg, N.E. Heat stress in dairy cattle under Southern African conditions: Identification of areas of potential heat stress during summer by means of observe true and predicted temperature-humidity index values. **Onderstepoort Journal Veterinarian Research**, v.57, p.183-187, 1990.

Ealy, A.D., Drost, M., Hansen, P.J. Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.2899-2905, 1993.

Façanha, D.A.E., Chaves, D.F., Morais, J.H.G., Vasconcelos, A.M.C., Costa, W.P., Guilhermino, M.M. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.1, p.91-103, 2013.

Façanha, D.A.E., Silva, R.G., Maia, A.S.C., Guilhermino, M.M., Vasconcelos, A.M. Variação anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.837-844, 2010.

Ferreira, F., Campos, W.E., Carvalho, A.U., Pires, M.F., Martinez, M.L., Silva, M.V.G., Verneque, R.S. Parâmetros clínicos, hematológicos, bioquímicos e hormonais de bovinos submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.4, p.769-776, 2009.

Ferreira, F., Pires, M.F.A., Martinez, M.L., Coelho, S.G., Carvalho, A.U., Ferreira, P.M., Facury Filho, E.J., Campos, W.E. Parâmetros Fisiológicos de Bovinos Cruzados Submetidos ao Estresse Calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.732-738, 2006.

Ferro, F.R.A., Cavalcanti Neto, C.C., Toledo Filho, M.R., Ferri, S.T.S., Montaldo, Y.C. Efeito do estresse calórico no desempenho reprodutivo de vacas leiteiras. **Revista Verde**, v.5, n.5, p.1-25, 2010.

Freitas, M. S., Cavalcanti, H., Costa, C.N., Freitas, A. F., Torres, R. A., Rennó, F. P., Araújo, C. V. Idade ao primeiro parto, intervalo de partos, produção na primeira lactação e produção por dia de intervalo de partos de vacas girolando. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39., 2002. **Anais...** Recife, 2002.

Furtado, D.A., Peixoto, A.P., Regis, J.E., Nascimento, J.W., Araújo, T.G., Lisboa, A.C. Termorregulação e desempenho de tourinhos Sindi e Guzerá no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.16, n.9, p.1022-1028, 2012.

Gaughan, J.B., Lacetera, N., Valtorta, S.E., Khalifa, H.H., Hahn, L., Mader, T. Response of domestic animals to climatic challenges. In: Ebi, K.L.; Burton, I.; McGregor, G.R. **Biometeorology for adaptation to climate variability and change**. Netherlands: Springer, 2009. Cap.7, p.131-170, 2009.

Gebremedhin, K.G., Ni, H., Hillman, P.E. Temperature profile and heat flux through irradiated fur layer. In: USA - International Livestock Environment Symposium, 5, 1997, Bloomington, MN. **Proceedings...**1. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers, p.226-241, 1997.

GIROLANDO – Associação Brasileira dos Criadores de Girolando. Disponível em www.girolando.com.br Acesso em 25/04/2012.

Glória, J.R., Bergmann, J.A.G., Reis, R.B., Coelho, M.S., Silva, M.A. Efeito da composição genética e de fatores de meio sobre a produção de leite, a duração da lactação, e a produção de leite por dia de intervalo de partos de vacas mestiças Holandês-Gir. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.6, p.1139-1148, 2006.

Graham Jr., J.M., Edwards, M.J., Edwards, M.J. Teratogen update: gestational effects of maternal hyperthermia due to febrile illnesses and resultant patterns of defects in humans. **Teratology**, v.58, p.209-221, 1998.

Guimarães, J.D., Alves, N.G., Costa, E.P., Silva, M.R., Costa, F.M.J., Zamperlini, B. Eficiências Reprodutiva e Produtiva em Vacas das Raças Gir, Holandês e Cruzadas Holandês x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.641-647, 2002.

Hahn, G. L. e Mader, T. L. Heat waves in relation to thermoregulation, feeding behavior and mortality of feedlot cattle. Fifth International Livestock Environmental Symposium, 3,1997, St. Joseph, Michigan: ASAE. **Proceedings...**,v. 1. p. 563-571, 1997.

Hahn, G.L., Osburn, D.D. Feasibility of summer environmental control for dairy cattle based on expected production losses. **Transactions of ASE**, v.12, p.448, 1969.

Hansen, P.J. Effects of heat stress on mammalian reproduction. **Philosophical Transactions of Royal Society B**, v.364, p.3341-3350, 2009.

Hansen, P.J. Manejo da vaca de leite durante o estresse calórico para aumento da eficiência reprodutiva. In: XI Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos, 2007, Uberlândia, MG. **Anais...**, p.3-12, 2007.

Heldmaier, G., Ortman, S., Elvert, R. Natural hypometabolism during hibernation and daily torpor in mammals. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v.141, p.317-329, 2004.

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAA9UkAK/bioclimatologia-animal> Acesso em 01/03/2012

Huber, J. T. Alimentação de vacas de alta produção sob condições de stress térmico. In: **Bovinocultura leiteira**. Piracicaba, FEALQ: p.33-48, 1990.

Igono, M.O., Bjtvedt, G., Sanford-Crane, H.T. Environmental profile and critical temperature effects on milk productions of Holsteins cows in desert climate. **International Journal Biometeorology**, v.36, p.77-78, 1992.

IPECE - Instituto de pesquisa e estratégia econômica do Ceará. Disponível em www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2010/Umirim.pdf/view?searchterm=umirim. Acesso em 27/11/2013.

Jardine, D.S. Heat illness and heat stroke. **Pediatrics in Review**, v.28, p.249-258, 2007.

Johnson, H.D. Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change. **International Journal of Biometeorology**, v.24, p.65-78, 1980.

Johnson, H.D., Katti, P.S., Hahn, L., Shanklin, M.D. **Environmental physiology and shelter engineering with special reference to domestic animals**: Short-term heat acclimatation effects on hormonal profile of lactating cows. Missouri: University of Missouri, 1988, 30p. (Research Bulletin, 1061)

Jonson, K.M., Lyle, J.G., Edwards, M.J., Penny, R.H. Effect of prenatal heat stress on brain growth and serial discrimination reversal learning in the guinea pig. **Brain Research Bulletin**, v.1, p.133-150, 1976.

Kadizere, C.T., Murphy, M.R., Silanikov, N., Maltz, E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.77, p.59-91, 2002.

Lagrotta, M.R., Euclides, F.R., Verneque, R.S., Santana Jr., M.L., Pereira, R.J., Torres, R.A. Relação entre características morfológicas e produção de leite em vacas da raça Gir. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.4, p.423-429, 2010.

Lazia, B. **Conheça algumas características da raça Holandesa**. Disponível em <http://www.portalagropecuario.com.br/bovinos/pecuaria-de-leite/conheca-algumas-caracteristicas-da-raca-holandesa/> Publicado em 13/04/2012 e acessado em 23/04/2012.

Lechan, R.M., Fekete, C. Central mechanisms of thyroid hormone regulation. **The American Journal of Psychiatry**. v.163, n.9, p.1492, 2006.

Lim, J.M., Liou, S.S., Hansel, W. Intracytoplasmic glutathione concentration and the role of β -mercaptoethanol in preimplantation development of bovine embryos. **Theriogenology**, v.46, p.429-439, 1996.

Lopes, H.C., Onselen, V.J.V., Souza, A.S.D. Homeopatia no comportamento de camundongos sob estresse agudo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.4, p.840-851, 2010.

Lunardelli, E.A.R., Castro, C.C., Bavaresco, C., Coitinho, A.S., Trindade, L.S.S., Perrenoud, M.F., Roesler, R., Sarkis, J.J.F., Wyse, A.T.S., Izquierdo, I. Effects of thyroid hormones on memory and on Na^+ , K^+ -ATPase activity in rat brain. **Current Neurovascular Research**, v.4, n.3, p.184-193, 2007.

Mancera, A.V., Mendonza, M.M., Crispín, R.H., Flores, F.V., Izquierdo, A.C. Effect of climate factors on conception rate of lactating dairy cows in Mexico. **Tropical Animal Health and Production**, v.43, p.597-601, 2011.

Marai, I., El-Darawany, A., Fadiel, A., Abdel-Hafez, M. Physiological traits as affected by heat stress in sheep—a review. **Small Ruminant Research**, v.71, p. 1–12, 2007.

Marai, I.F.M., Habeeb, A.A.M., Farghaly, H.M. Productive, physiological and biochemical changes in imported and locally born Holstein lactating cows under hot summer conditions of Egypt. **Tropical Animal Health and Production**, v.31, p.233-243, 1999.

Marai, I.F.M., Haebe, A.A.H. Buffalo's biological functions as affected by heat stress —A review. **Livestock Science** 127, 89–109, 2009.

Marques, J.A., Caldas Neto, S.F., Groff, A.M., Simonelli, S.M., Corasa, J., Romero, L., Zawadski, F., Araújo, P.F. Comportamento de bovinos mestiços em confinamento com e sem acesso a sombra durante o período de verão. **Revista Campo Digital**, v.1, n.1, p.54-59, 2006.

Marson, E. P. **Estresse em animais domésticos**. Viçosa, MG: Editora Universitária, 1999.

Martello, L. S., Savastano Junior, H., Luz e Silva, S., Titto, E.A.L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.181-191, 2004.

Maya-Soriano, M.J., López-Gatiús, F., Andreu-Vásquez, C., López-Béjar, M. Bovine oocytes show a higher tolerance to heat shock in the warm compared with the cold season of the year. **Theriogenology**, v.79, p.299-305, 2013.

McManus, C., Louvandini, H., Paim, T.P., Martins, R.F.S., Barcellos, J.O.J., Cardoso, C.C., Guimarães, R.F., Santana, O.A. The challenge of sheep farming in the tropics: aspects related to heat tolerance. **Brazilian Journal of Animal Science**, v.40, p. 107–120, 2011.

McManus, C., Prescott, E., Paludo, G. R., Bianchini, E., Louvandini, H., Mariante, A. S. Heat tolerance in naturalized Brazilian cattle breeds. **Livestock Science** 120, 256–264, 2009.

McNabb, A.F.M. Thyroid hormones, their activation, degradation and effects on metabolism. In: Conference Metabolic Modifiers, 1995, Amsterdam. **Proceedings...** Amsterdam: Elsevier, p.1773S-1776S, 1995.

Medeiros, L.F.D. e Vieira, D.H. **Bioclimatologia Animal**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 126p, 1997. Disponível em: <http://levy.blog.br/arquivos/aula-fesurv/downs-86-0.pdf> , acessado em 27/11/2013.

Mello, F., Guimarães, M.F.M., Cobuci, J.A., Silva, M.V.G.B., Braccini Neto, J., Paiva, D.S. Análise da diversidade genética do gene da osteopontina em bovinos da raça Girolando. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2374-2377, 2011.

Minton, J.E. Function of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and the sympathetic nervous system in models of acute stress in domestic farm animals. **Journal of Animal Science**, v.72,p. 1891–1898, 1994.

Morais, D.A.E.F., Maia, A.S.C., Silva, R.G., Vasconcelos, A.M., Lima, P.O., Guilhermino, M.M. Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.538-545, 2008.

Mota, L. S. **Adaptação e interação genótipo-ambiente em vacas leiteiras**. 1997. 69f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, 1997.

Müller, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3ª ed., Porto Alegre, Livraria Editora Sulina, 1989. 158 p.

Nääs, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ed. Ícone, 183 p, 1989.

Nabenish H., Ohta H., Nishimoto T., Morita T., Ashizawa k., Tsuzuki Y. Effect of the temperature-humidity index on body temperature and conception rate of lactating dairy cows in Southwestern Japan. **Journal of Reproduction and Development**, v.57, n.4, p.450-456, 2011.

Nardone, A. Thermoregulatory capacity among selection objectives in dairy cattle in hot environment. **Zootecnia e Nutrição Animal**, v.24, p.295-306, 1998.

Nascimento, G.V., Cardoso, E.A., Batista, N.L., Souza, B.B., Cambuí, G.B. Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.9, n.4, p.28-36, 2013a.

Nascimento, M.R.B.M., Storti, A.A., Guimarães, E.C., Simioni, V.M. Perfil dos hormônios tireoidianos de vacas das raças Guzerá e Holandesa em ambiente tropical. **Bioscience Journal**, v.29, n.1, p.179-184, 2013b.

Paiva, S.R., Silvério, V.C., Egito, A.A., McManus, C., Faria, D.A., Mariante, A.S., Castro, S.R., Albuquerque, M.S.M., Dergam, J.A. Genetic variability of the Brazilian hair sheep breeds. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p. 887–893, 2005.

Pascoa, A.G. **I Workshop de Bioética e Bem-Estar Aplicados aos Animais de Produção**. Instituto de Zootecnia. Nova Odessa-SP, 2008.

Pellegrini, L.G., Monteiro, A.L.G., Neumann, M., Moraes, A., Bona Filho, A., Molento, M.B., Pellegrin, A.C.R.S. Produção de cordeiros em pastejo contínuo de azevém anual submetido à adubação nitrogenada. **Revista Ciência Rural**, v.40,p. 1399–1404, 2010.

Pereira, A.M., Baccari Jr., F., Titto, E.A., Almeida, J.A. Effect of thermal stress on physiological parameters, feed intake and plasma thyroid hormones concentration in Alentejana, Mertolenga, Frisian and Limousine cattle breeds. **International Journal of Biometeorology**, v.52, n.3, p.199-208, 2008.

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

Perissinoto, M., Moura, D.J., Cruz, V.F., Souza, S.R.L., Lima, K.A.O., Mendes, A.S. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria de dos conjuntos de *fuzzy*. **Revista Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1492-1498, 2009.

Perissinotto, M., Moura, D.J., Cruz, V.F. Avaliação da produção de leite em bovinos utilizando diferentes sistemas de climatização. **Revista Ciência Agrária**, V.30, p.135–142, 2007.

Putney, D.J., Mullins, S., Thatcher, W.W., Drost, M., Gross, T.S. Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperatures between the onset of estrus and insemination. **Animal Reproduction Science**, v.19, p.37-51, 1989.

Rasooli, A., Nouri, M., Khadjeh, G.H., Rasekh, A. The influences of seasonal variations on thyroid activity and some biochemical parameters of cattle. **Iranian Journal of Veterinary Research**, v.5, n.2, p.55-62, 2004.

Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., Basilio, V., Gourdine, J.L., Collier, R.J. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal**, v.6, n.5, p.707-728, 2012.

Reyes, L.A., Fuquay J.W., Moore, R.B., Liu, Z., Clark, B.L., Vierhout, C. Relationship between accumulated heat stress during the dry period, body condition score, and

reproduction parameters of Holstein cows in tropical conditions. **Tropical Animal Health and Production**, v.42, p.265-273, 2010.

Robinson, E.N. Termorregulação. In: Cunningham, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. Cap.51, p.427-435.

Ronchi, B., Stradaioli, G., Verini S.A., Bernabucci L.N., Accorsi, P.A., Nardone, A., Seren, E. Influence of heat stress or feed restriction on plasma progesterone, oestradiol-17 β , LH, FSH, prolactin and cortisol in Holstein heifers. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.68, n.2-3, p.231-241, 2001.

Rosa, A.C., Moraes, A.N., Beier, S.L., Oleskovicz, N., Regalin, D., Carneiro, R.R., Nascimento, C.A. Avaliação dos parâmetros cardiorrespiratórios, hemogasométricos e da concentração plasmática de cortisol em bovinos submetidos à imobilização eletromagnética. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.29, p.816-822, 2009.

Roth, Z., Arav, A., Bor, A., Zeron, Y., Braw-Tal, R., Wolfeson, D. Improvement of quality of oocytes collected of autumn by enhanced removal of impaired follicles from previously heat-stressed cows. **Reproduction**, v.122, p.737-744, 2001b.

Roth, Z., Aroyo, A., Yavin, S., Arav, A. The antioxidant epigallocatechin gallate (EGCG) moderates the deleterious effects of maternal hyperthermia on follicle-enclosed oocytes in mice. **Theriogenology**, v.70, p.887-897, 2008.

Roth, Z., Meidan, R., Braw-Tal, R., Wolfenson, D. Immediate and delayed effects of heat stress on follicular development and its association with plasma FSH and inhibin concentration in cows. **Journal of Reproduction Fertility and Development**, v.120, p.83-90, 2000.

Roth, Z., Meidan, R., Shaham-Albalancy, A., Braw-Tal, R., Wolfenson, D. Delayed effect of heat stress on steroid production in medium-sized and preovulatory bovine follicles. **Reproduction**, v.121, p.745-751, 2001a.

Russi, L.D.S., Rosa, S.M., Barbalho, P.C., Costa-e-Silva, E.V.D., Zúccari, C.E.S.N. Etologia aplicada em bovinos. **Revista de Etologia**, v.10, n.1, p.45-53, 2011.

Sakatani, M., Balboula, A.Z., Yamanaka, K., Takahashi, M. Effect of summer heat environment on body temperature, estrus cycles and blood antioxidant levels in Japanese black cows. **Animal Science Journal**, v.83, p.394-402, 2012.

Sakatani, M., Kobayashi, S., Takahashi, M. Effects of heat shock on in vitro development and intracellular oxidative state of bovine pre-implantation embryos. **Molecular Reproduction and Development**, v.67, p.77-82, 2004.

Sakatani, M., Yamanaka, K., Takahashi, M. Heat shock-derived reactive oxygen species induce embryonic mortality in *in vitro* early stage bovine embryos. **Journal of Reproduction and Development**, v.54, p.496-501, 2008.

Sánchez, C., García, M., Álvarez, M. Efecto de la suplementación alimenticia sobre el comportamiento productivo de cabras al postparto en la microregión Río Tocuyo, estado Lara. **Zootecnia Tropical**, v.21, n.1, p.43-55, 2003.

Sapolsky, R.M.; Romero, L.M.; Munk, A.U. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory and preparative actions. **Endocrine Reviews**, v. 21, p.55-89, 2000.

Sartori, R., Sartor-Bergfelt, R., Mertens, S.A., Guenther, J.N., Parrish, J.J., Wiltbank, M.C. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2803-2812, 2002.

Satrapa, R.A., Nabhan, T., Silva, C.F., Simões, R.A.L., Razza, E.M., Puelker, R.Z., Trinca, L.A., Barros, C.M. Influence of sire breed (*Bos indicus* versus *Bos Taurus*) and interval from slaughter to oocyte aspiration on heat stress tolerance of *in vitro*-produced bovine embryos. **Theriogenology**, v.76, p.1162-1167, 2011.

Silva, E.V.C., Katayama, K.A., Macedo, G.G., Rueda, P.M., Abreu, U.G.P., Zúccari, C.E.S.N. Efeito do manejo e das variáveis bioclimáticas sobre a taxa de gestação em vacas receptoras de embriões. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n.2, p.280-291, 2010.

Silva, I.J.O., Pandorfi, H., Acaro Jr., I., Piedade, S.M.S., Moura, D.J. Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas Holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2036-2042, 2002.

Silva, R.G. Estimativa do Balanço Térmico por Radiação em Vacas Holandesas Expostas ao Sol e a Sombra em Ambiente Tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1403-1411, 1999.

Silva, R.G., Arantes Neto, J.G., Holtz Filho, S.V. Genetic aspects of the variation of the sweating rate and coat characteristics of Jersey cattle. **Brazilian Journal of Genetics**, v.11, p.335-347, 1988.

Silva, R.G., Maia, A.S.C., Costa, L.L.M., Queiroz, J.P.A.F. Latent heat loss of dairy cows in an equatorial semi-arid environment. **International Journal of Biometeorology**, v.56, p.927-932, 2012.

Silva, R.G., Morais, D.A.E., Guilhermino, M.M. Escolha de índices de estresse térmico para vacas leiteiras em ambiente tropical. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 4. Ribeirão Preto-SP, **Anais...**, SBBio, 2006.

Soto, P., Smith, L.C. BH4 peptide derived from Bcl-xL and Bax-inhibitor peptide suppresses apoptotic mitochondrial changes in heat stressed bovine oocytes. **Molecular Reproduction and Development**, v.76, p. 637-646, 2009.

Sousa Júnior, S.C., Morais, D.A.E.F., Vasconcelos, A.M., Nery, K.M., Morais, J.H.G., Guilhermino, M.M. Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em região semiárida. **Revista Científica de Produção Animal**, v.10, n.2, p.127-137, 2008.

Souza, B.B., Souza, E.D., Cezar, M.F., Souza, W.H., Santos, J.R.S., Benicio, T.M.A. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p. 275-280, 2008.

Spain, J.N., Spiers, D.E. Effects of supplemental shade on thermoregulatory response of calves to heat challenge in a hutch environment. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.639-646, 1996.

Starling, J.M.C., Silva, R. G. Variação nos níveis de cortisol, T3 e T4 de ovinos em ambiente tropical. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 2, 1998, Goiânia. **Anais... Goiânia**, p.367-375, 1988.

Starling, J.M.C., Silva, R.G., Negrão, J.A., Maia, A.S.C., Bueno, A.R. Variação estacional dos hormônios tireoideanos e do cortisol em ovinos em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2064-2073, 2005.

Stewart, B.M., Block, J., Morelli, P., Navarette A.E., Amstalden, M., Bonilla L., Hansen, P.J., Bilby, T.R. Efficacy of embryo transfer in lactating dairy cows during summer using fresh or vitrified embryos produced in vitro with sex sorted semen. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.3437-3445, 2011.

Stowell, R.R. Heat stress relief and supplemental cooling. In: Dairy Housing and Equipment System Conference, Ithaca. **Proceedings...**, New York:NRAES, 2000.

Suthar, V., Burfeind, O., Bonk, S., Voigtsberger, R., Keane, C., Heuwieser, W. Factors associated with body temperature of healthy Holstein dairy cows during the first 10 days in milk. **Journal of Dairy Research**, v.79, p.135-142, 2012.

Takahashi, M. Heat stress on reproductive function and fertility in mammals. **Reproductive Medicine and Biology**, v.11, p.37-47, 2012.

Teeter, R. G. Estresse calórico em frangos de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, Campinas, **Anais...** Campinas, p. 33-44, 1990.

Terra, R.L. História, exame físico e registro dos ruminantes. In: Smith, B.P. **Tratado de medicina interna dos grandes animais**. São Paulo: Manole, v.3, cap.1, p.3-14, 2006.

Thom, E.C. The discomfort index. **Weatherwise**, v.12, p.57-59, 1959.

Titto, C.G., Negrão, J.A., Titto, E.A.L., Canaes, T.S., Titto, R.M., Pereira, A.M.F. Effects of an evaporative cooling system on plasma cortisol, IGF-I, and milk production in dairy cows in a tropical environment. **International Journal of Biometeorology**, v.57, p.299-306, 2013.

Torres, S.E.A., McManus, C., Amarante, A., Verdolin, V., Louvandini, H. Nematódeos de ruminantes em pastagem com diferentes sistemas de pastejo com ovinos e bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p. 1191–1197, 2009.

Uribe-Velasquez, L.F., Oba, E., Brasil, L.H.A. Concentrações plasmáticas de cortisol, hormônios tireoidianos, metabólitos lipídicos e temperatura corporal de cabras alpinas submetidas ao estresse térmico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.6, p.1123-1130, 1998.

Vilela, R.A., Leme, T.M.C., Titto, C.G., Fantinato Neto, P., Pereira, A.M.F., Balieiro, J.C.C., Titto, E.A.L. Respostas fisiológicas e comportamentais de vacas Holandesas

mantidas em sistema adiabático evaporativo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.33, n.11, p.1379-1384, 2013.

Voisin, A. **Produtividade do pasto**. Editora Mestre Jou: São Paulo, 517p, 1974.

Wallace, J.M., Regnault, T.R., Limesand, S.W., Hay Jr., W.W., Anthony, R.V. Investigating the causes of low birth weight in contrasting ovine paradigms. **Journal of Physiology**, v.565, p.19-26, 2005.

Wang, J.Z., Sui, H.S., Miao, D.Q., Liu, N., Zhou, P., Ge, L., Tan, J. Effects of heat stress during in vitro maturation on cytoplasmic versus nuclear components of mouse oocytes. **Reproduction**, v.137, p.181-189, 2009.

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

Wolfenson, D., Flamenbaum, I., Berman, A. Dry period heat stress relief effects on prepartum progesterone, calf birth weight, and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2480-2485, 1988.

Wolfenson, D., Roth, Z., Meidan, R. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. **Animal Reproduction Science**, v.60-61, p.535-547, 2000.

Woolliams, J. A., Woolliams, C., Suttle, N. F., Jones, D. G., Wiener, G. Studies on lambs from lines genetically selected for low and high copper status. 2. Incidence of hypocuprosis on improved hill pasture. **Animal Production**, 43, 303–317, 1986.

Yanagi Junior, T. **Inovações tecnológicas na bioclimatologia animal visando aumento da produção animal: relação bem estar animal x clima**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/ITBA/Index.htm>. Acesso em: 20/2/2012.

Zahner, M., Schrader, L., Hauser, R., Keck, M., Langhans, W., Wechsler, B. The influence of climatic conditions on physiological and behavioural parameters in dairy cows kept in open stables. **Journal of Animal Science**, Penicuik, v.78, p.139-147, 2004.

Zanolla, N., Tinôco, I.F.F., Baêta, F.C., Cecon, P.R., Moraes, S.R.P. Sistemas de ventilação em túnel e lateral na criação de frangos de corte em alta densidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.3, p.361-366, 1999.

CAPÍTULO 2

**PERFIS HORMONAIIS, PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E DESEMPENHOS
PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE VACAS GIROLANDAS CRIADAS NO
SEMIÁRIDO DO ESTADO DO CEARÁ-BRASIL**

International Journal of Biometeorology

PERFIS HORMONAIIS, PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E DESEMPENHOS PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE VACAS GIROLANDAS CRIADAS NO SEMIÁRIDO DO ESTADO DO CEARÁ-BRASIL

Resumo

Este trabalho comparou dois grupos raciais Girolando ($\frac{1}{2}$ Holandês $\frac{1}{2}$ Gir vs. $\frac{3}{4}$ Holandês $\frac{1}{4}$ Gir) através de análises dos parâmetros fisiológicos, produtivos e reprodutivos, e verificar o grupo melhor adaptado às condições de criação em clima tropical semiárido. O experimento ocorreu em fazenda da companhia de alimentos do nordeste (CIALNE), no município de Umirim-CE, Brasil. Foram utilizadas 80 vacas, sendo 40 de cada grupo, as quais foram mantidas em regime extensivo durante o período chuvoso e em regime intensivo no período seco. As coletas dos dados fisiológicos e de sangue foram realizadas em 2011, no mês de Abril (período chuvoso) e no mês de Outubro (período seco) à tarde, após as ordenhas. Foram estimadas: temperaturas retais (TR), temperaturas superficiais (TS) e as frequências respiratórias (FR). As amostras de sangue foram obtidas por punção na veia caudal e encaminhadas ao laboratório para estimativas de triiodotironina (T3), tiroxina (T4) e cortisol. Os parâmetros ambientais estimados foram: temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR) e o índice de temperatura e umidade (ITU). Os diagnósticos de gestação foram realizados por ultrassonografia 30 dias após as inseminações artificiais. A produção leiteira de cada vaca foi obtida com ordenhas automatizadas na fazenda. As variáveis foram expressas como médias e erro-padrão, avaliadas pela ANOVA a 5% de probabilidade usando o Proc GLM do SAS. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2. Para as taxas de concepção e número de IA foi utilizado o teste do Qui-quadrado a 5% de probabilidade. Após as análises dos dados estimados, pode-se concluir que o grupo $\frac{1}{2}$ Holandês $\frac{1}{2}$ Gir, em comparação ao grupo $\frac{3}{4}$ Holandês $\frac{1}{4}$ Gir, está indicado para criação nas condições de estresse térmico.

Palavras-chave: Adaptabilidade, estresse térmico, semiárido e vacas de leite.

HORMONAL PROFILES, PHYSIOLOGICAL PARAMETERS AND PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE PERFORMANCES OF GIROLANDO COWS IN THE STATE OF CEARÁ-BRAZIL

Abstract

This study compared two breed groups of Girolando ($\frac{1}{2}$ Holstein $\frac{1}{2}$ Gyr vs. $\frac{3}{4}$ Holstein $\frac{1}{4}$ Gyr) through analysis of physiological, productive and reproductive parameters, and checked the group best adapted to rearing conditions in semi-arid tropical climate. The experiment was conducted at Companhia de Alimentos do Nordeste (CIALNE) farm, in the municipality of Umirim, State of Ceará, Brazil. Eighty cows were used, 40 of each breed group, which were kept under extensive system during the rainy period, and intensive system during the dry period. The collection of physiological data and blood samples were obtained in 2011, in April (rainy period) and in October (dry period) in the afternoon, after milking. We estimated: rectal temperature (RT), surface temperature (ST) and respiratory rate (RR). Blood samples were obtained by tail vein puncture and sent to the laboratory for estimating triiodothyronine (T3) and thyroxine (T4) and cortisol. The environmental parameters estimated were: relative humidity (RH), air temperature (AT) and temperature and humidity index (THI). The diagnosis of pregnancy (DP) was made by ultrasonography 30 days after artificial insemination (AI). The milk production of each cow was recorded with automated milkings in the farm. The variables were expressed as mean and standard error, evaluated by ANOVA at 5% probability using the Proc GLM of SAS. The experimental design was completely randomized in a 2x2 factorial arrangement. Chi-square test at 5% probability was applied to data of pregnancy rate (PR) and number of AI. After analysis, it can be concluded that the breed groups $\frac{1}{2}$ Holstein $\frac{1}{2}$ Gyr is indicated for farming under conditions of thermal stress.

Keywords: Adaptability, heat stress, semi-arid, dairy cows.

Introdução

O estresse térmico promove alterações na homeostase e tem sido quantificado mediante mensuração de variáveis fisiológicas tais como, temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura superficial (TS). Do ponto de vista bioclimático, mesmo para animais cruzados, considerados tolerantes ao calor, podem ocorrer alterações comportamentais e fisiológicas (Nardone, 1998).

A tireoide e as glândulas adrenais desempenham importantes funções no mecanismo de adaptação e, animais bem adaptados, respondem rapidamente às mudanças ambientais, devido aos ajustes fisiológicos necessários (Uribe-Velasquez et al., 1998; Starling et al., 2005). A tireoide mostra-se uma glândula sensível ao estresse térmico, pelo fato de seus hormônios estarem ligados a termogênese, já que aumentam a taxa metabólica e possuem ação potenciadora sobre as catecolaminas. Então, animais que estejam expostos a altas temperaturas apresentarão níveis plasmáticos de T3 e T4 reduzidos e uma menor produção de calor metabólico (Johnson et al., 1988; McNabb, 1995; Morais et al., 2008).

O cortisol, produzido pelo córtex adrenal, estimula a degradação e libera no tecido hepático, muscular e adiposo, glicose, aminoácidos e gordura, respectivamente, que serão utilizados como fonte adicional de energia para controlar o estresse. Esta energia adicional será utilizada pelo organismo de animais em estresse térmico para estimular a dissipação de calor (Sapolsky et al., 2000). Altas concentrações de cortisol podem levar a prejuízos reprodutivos, tais como atraso ou inibição do pico pré-ovulatório do hormônio luteinizante (LH) provocando problemas na ovulação e/ou fecundação (Debus et al., 2002).

Animais sob condições de estresse térmico apresentam diminuição nas suas capacidades produtiva e reprodutiva, reflexo da queda na ingestão alimentar e do metabolismo com alterações nas concentrações hormonais, na tentativa de diminuir o calor endógeno (Hansen 2012).

Ambientes com temperaturas elevadas promovem efeitos negativos sobre o bem estar animal e suas consequências dependem da eficiência dos mecanismos termorreguladores dos animais. Quando a produção de calor metabólico somada ao calor absorvido do meio supera a quantidade de calor eliminada, ocasionará um estoque de calor

e aumento da TR. Nesta situação, os bovinos elevam a FR e a taxa de sudação na tentativa de liberar calor (Maia et al., 2005).

Raças diferentes exibem diferentes reações a condições térmicas desconfortáveis. Em temperaturas elevadas, animais com maior parcela de grau de sangue *Bos indicus* apresentam melhor desempenho que animais com maior grau de sangue *Bos taurus*. Sua menor taxa metabólica, pele mais delgada e mecanismos mais eficientes de perda de calor explicam o melhor desempenho do Zebu em ambientes quentes (Spiers et al., 1994).

O estado do Ceará está situado na região nordeste do Brasil e a maior parte dos criatórios de gado leiteiro é formada por animais mestiços resultante do cruzamento das raças Holandesa e Gir, denominados de Girolando, criados em clima semiárido onde predomina temperatura elevadas com média anual em torno de 30 °C, o que propicia a ocorrência de estresse térmico sobre os animais menos adaptados.

Desta forma, justificou-se a execução deste trabalho com o objetivo de comparar dois grupamentos genéticos de Girolando ($\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir vs. $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir), através de análises dos parâmetros fisiológicos, produtivos e reprodutivos, e verificar o grupo melhor adaptado às condições de criação em clima semiárido.

Material e Métodos

Local do experimento

As coletas de dados foram executadas na fazenda Tanques – CIALNE XVI localizada no município de Umirim – CE, distante 90 km de Fortaleza – CE, com altitude de 66 m e coordenadas geográficas de 3,67° de latitude Sul e 39,35° de longitude Oeste. O clima da região é caracterizado como tropical semiárido com precipitações pluviométricas por volta de 1000 mm anuais concentradas de Janeiro a Maio (FUNCEME, 2011).

Animais experimentais

Foram utilizadas 80 vacas primíparas, em início de lactação (20-30 dias), da raça Girolanda, 40 em cada período, sendo 20 do grupo $\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir e 20 do grupo $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir.

Todas com boa saúde, idade média de 2,5 anos, escore de condição corpórea 3,5 (escala de 1-5) e média de peso de 450 kg.

As vacas foram testadas para brucelose e tuberculose, vacinadas contra clostridioses, aftosa, raiva e leptospirose. Elas permaneceram em sistema extensivo com pastagem de capim canarana (*Echinochloa polystachya*) durante o período chuvoso com suplementação mineral à vontade e ração lactação após as ordenhas. No período seco os animais foram confinados e receberam uma dieta composta por 63% de forragem de milho, 28% de cevada úmida, 8% de ração de lactação e 1% de multimistura, além de suplementação mineral à vontade. Os piquetes de confinamento apresentavam áreas de sombreamento natural e artificial com livre acesso à água e mistura mineral. As vacas eram ordenhadas duas vezes ao dia: 1 e 13 h.

Parâmetros fisiológicos

Os dados fisiológicos e as coletas de sangue foram realizados em 2011 no mês de Abril (período chuvoso) e no mês de Outubro (período seco) durante o turno da tarde, após as ordenhas.

As TR foram estimadas com o auxílio de termômetro digital veterinário ANIMED 6200.03, com escala até 44 °C, e obtida diretamente da parede do reto. As TS foram obtidas com auxílio de termômetro infravermelho digital MINIPA MT-350 a uma distância máxima de 50 cm da pele em três pontos distintos no corpo do animal: tórax, flanco esquerdo e úbere, sendo a mesma determinada pela média dos três valores. As FR foram estimadas através da visualização dos movimentos toraco-abdominais durante um minuto e expressa em movimentos/minuto.

As amostras de sangue foram obtidas por punção na veia caudal, utilizando-se tubos a vácuo com etileno diamino tetracetato (EDTA) a 10%. Estas foram centrifugadas a 3000 rotações/minuto, durante 15 minutos, o plasma retirado e armazenado em tubos “Eppendorf” a – 20 °C. Os mesmos foram encaminhados a laboratório de análises clínicas (Clinicenter em Juazeiro do Norte-CE) para análise dos hormônios T3, T4 e cortisol através do método quimioluminescente automatizado.

Parâmetros climáticos

Os dados climáticos referentes à umidade relativa do ar (UR) e a temperatura do ar (TA) foram obtidos através de termo-higrômetro digital INSTRUTHERM HT-200 durante as coletas de dados fisiológicos. O índice de temperatura e umidade (ITU) foi obtido através da fórmula: $ITU = (0,8 \times TA + (UR \% / 100) \times (TA - 14,4) + 46,4)$ (Thom, 1959). No período chuvoso as médias foram: UR= 62,5%, TA= 29,4 °C e ITU = 71. No período seco as médias foram às seguintes: UR= 37,4%, TA= 37 °C e ITU= 85.

Parâmetros reprodutivos e produtivos

Os diagnósticos de gestação foram realizados por ultrassonografia com ultrassom veterinário CHISON 8100VET e sonda transretal multifrequencial de 5 MHZ após 30 dias da inseminação artificial. Os dados de produção leiteira foram fornecidos pela CIALNE através do seu controle leiteiro. A taxa de prenhez foi definida como a porcentagem de vacas que estejam prenhes 30 dias após uma IA.

Análises estatísticas

As variáveis ambientais, parâmetros fisiológicos e produção leiteira foram expressos como médias e erro-padrão, e avaliados pela ANOVA a 5% de probabilidade usando o “general linear model” (Proc GLM) do programa estatístico SAS versão 9.3, USA (SAS, 2011). O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 (2 grupos raciais e 2 períodos climáticos) onde se avaliou o efeito da raça dentro e entre os períodos do ano. As taxas de prenhez e o número de IA foram comparadas pelo teste do Qui-quadrado a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os resultados estão apresentados abaixo em duas tabelas como médias e erros padrão. Na Tabela 1 estão os resultados dos perfis hormonais e dos dados fisiológicos, e, na tabela 2, estão apresentados os dados produtivos e reprodutivos.

Tabela 1 - Médias \pm erro padrão dos perfis hormonais e dados fisiológicos de vacas Girolandas ($\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir e $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir), nos períodos seco e chuvoso, em clima tropical quente.

Período	Grupos raciais	T3 (ng/mL)	T4 (ng/mL)	Cortisol (μ g/dL)	TS ($^{\circ}$ C)	TR ($^{\circ}$ C)	FR (mov/min)
Chuvoso	$\frac{1}{2}$ Hol e $\frac{1}{2}$ Gir	1,24 ^{a,A} \pm 0,05	4,95 ^a \pm 0,13	2,81 ^B \pm 0,33	35,8 \pm 0,24	38,9 ^b \pm 0,08	38,8 ^A \pm 1,33
	$\frac{3}{4}$ Hol e $\frac{1}{2}$ Gir	0,87 ^b \pm 0,03	3,27 ^{b,B} \pm 0,35	2,65 \pm 0,22	35,9 \pm 0,17	39,5 ^a \pm 0,09	38,6 ^B \pm 1,54
Seco	$\frac{1}{2}$ Hol e $\frac{1}{2}$ Gir	0,82 ^B \pm 0,05	4,29 \pm 0,32	4,01 ^{a,A} \pm 0,51	36,3 \pm 0,51	39 \pm 0,09	35,4 ^{b,B} \pm 1,02
	$\frac{3}{4}$ Hol e $\frac{1}{2}$ Gir	0,77 \pm 0,04	4,83 ^A \pm 0,35	2,76 ^b \pm 0,19	35,5 \pm 0,16	39,4 \pm 0,11	47,7 ^{a,A} \pm 3,17

^{a,b} letras minúsculas mostram diferenças dentro do período (seco ou chuvoso), $p < 0,05$

^{A,B} letras maiúsculas mostram diferenças entre os períodos (seco e chuvoso), $p < 0,05$

T3: triiodotironina, T4: tiroxina, TS: temperatura superficial, TR: temperatura retal, FR: frequência respiratória.

Com relação aos hormônios T3 e T4 observa-se que no período chuvoso houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os dois grupos com os animais $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir apresentando menores médias em ambos (0,87 ng/mL e 3,27 ng/mL, T3 e T4 respectivamente) indicando que este grupo de animais apresentou-se mais estressado termicamente que o outro, tal como relatado por Johnson et al. (1988) em estudo com vacas em lactação mantidas em câmaras climatizadas. Enquanto as médias dos animais $\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir apresentaram valores mais elevados (1,24 ng/mL e 4,95 ng/mL, T3 e T4 respectivamente) que o grupo anterior, mas, ambos os grupos, dentro dos intervalos de valores normais (0,78-1,65 e 1,5-5,4 ng/mL, T3 e T4 respectivamente) para os dois hormônios.

Comparando-se entre os períodos, veem-se diferenças significativas ($p < 0,05$) para T3 entre os animais $\frac{1}{2}$ Hol, os quais apresentam menores concentrações médias no período seco (0,82 ng/mL) indicando maior estresse nesta época. Para T4 há diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os animais $\frac{3}{4}$ Hol com os mesmos apresentando concentrações mais baixas no período chuvoso (3,27 ng/mL), indicando maior estresse neste período provavelmente por uma maior dificuldade na liberação de calor através da sudorese e respiração, pois a umidade relativa do ar encontra-se mais elevada neste período.

Campos et al. (2009) relataram concentrações médias para T3 e T4 mais elevadas

(2,16 e 5,37 ng/mL, respectivamente) que as relatadas neste trabalho para vacas Girolando criadas no trópico colombiano que possui condições climáticas menos estressantes que o semiárido nordestino. Nascimento et al. (2013) trabalhando com animais das raças Holandesa e Guzerá em Minas Gerais relataram médias de T3 semelhantes para ambas as raças (1,55 ng/mL) e superiores as médias dos dois graus de sangue da raça Girolanda aqui avaliados nos dois períodos. Com relação a T4, estes mesmos autores relataram médias bem acima das aqui estimadas, o que pode demonstrar uma boa adaptação destas raças às condições de criação que estiveram submetidas.

Em trabalho também realizado no semiárido nordestino com animais da raça Girolanda Morais et al. (2008) obtiveram médias de T3 (1,05 ng/mL) semelhantes as deste estudo e dentro dos valores de referência para bovinos. Mas estimaram médias de T4 bem superiores (6,02 ng/mL) as aqui relatadas (Tabela 1). Vale ressaltar que estes animais apresentavam grande variação na proporção da raça Holandesa em seus graus de sangue (variando de 3/4 a 31/32 Holandês), portanto diferentes graus de adaptabilidade.

Pereira et al. (2008), com as raças Alentejana, Frisian, Limousine e Mertolenga em estresse térmico estimaram médias para T3 de: 1,71 ng/mL, 1,37 ng/mL, 1,14 ng/mL e 1,61 ng/mL, e para T4 de: 6,81 ng/mL, 5,57 ng/mL, 5,26 ng/mL e 5,41 ng/mL, respectivamente. Comparando-se com as médias deste trabalho, apenas as raças Frisian e Limousine tiveram valores de T3 semelhantes às médias do grupo 1/2 Holandês no período chuvoso (Tabela 1). Todas as médias de T4 relatadas por estes autores apresentam-se com valores acima das maiores médias dos grupos aqui estimados (Tabela 1), e os mesmos afirmaram que houve influência do período nas concentrações de T3 e T4.

No que diz respeito ao cortisol houve diferença significativa ($p < 0,05$) no período seco entre os grupamentos sanguíneos, sendo que as vacas 3/4Hol apresentaram menores concentrações médias (2,76 µg/dL) do hormônio em relação ao outro grupo (4,01 µg/dL). Porém, ambos os grupos apresentaram suas concentrações séricas médias de cortisol acima dos valores normais (0,5-1,8 µg/dL), o que demonstra estresse térmico nos dois grupos (Young et al., 2004).

Entre os períodos, observam-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os animais 1/2Hol, os quais apresentam suas concentrações de cortisol bem mais elevadas no período seco (4,01), onde os mesmos encontravam-se confinados, o que poderia estar relacionado ao

genótipo e sistema de criação (Facó et al., 2002; MacManus et al., 2008).

Animais Girolando criados no trópico colombiano apresentaram concentrações médias de cortisol (4,67 µg/dL) acima das encontradas neste trabalho, mesmo em condições climáticas mais amenas que as aqui relatadas (Campos et al., 2009). Ferreira et al. (2009) trabalhando com vacas Girolando ½ Holandês + ½ Gir submetidas ao estresse térmico relataram médias de concentrações de cortisol no inverno de 3,01 µg/dL e no verão de 4,77 µg/dL. Ambas as concentrações estão acima das relatadas neste trabalho para o mesmo grupo de animais em ambos os períodos (Tabela 1).

Pereira et al. (2008) trabalhando com quatro raças bovinas submetidas ao estresse térmico: Alentejana, Frisian, Limousine e Mertolenga, relataram concentrações médias de cortisol semelhantes entre as três primeiras raças e, inferiores as concentrações médias deste trabalho (Tabela 1). Os animais da raça Mertolenga tiveram suas concentrações médias semelhantes às aqui estimadas, com exceção dos animais ½Hol com valores médios de cortisol bem acima durante o período seco (Tabela 1). Este fato pode ser explicado pela maior parcela de Zebu na composição deste grupo de animais influenciando na elevação das concentrações de cortisol devido ao temperamento mais agitado dos mesmos que se encontravam confinados no período seco.

Em ambos, grupos de animais e períodos, não houve diferenças estatísticas significantes nas TS, o que pode estar relacionado com a regularidade e similaridade de pelagens do rebanho segundo estudo conduzido por Ribeiro et al. (2008).

As TR apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) no período chuvoso entre os grupos, sendo que as vacas ¾Hol registraram médias (39,5 °C) acima do limite considerado normal ($\leq 39,3$ °C) e as vacas ½Hol tiveram médias (38,9 °C) bem abaixo do mesmo. No período seco houve tendência ($P=0,06$) entre os grupos de animais. As vacas ¾Hol tiveram suas médias 0,1 °C mais baixas (39,4 °C) que no período chuvoso, mas ainda assim acima do limite de TR normal ($\leq 39,3$ °C). As vacas ½Hol tiveram suas médias mais elevadas (+ 0,1 °C) que no período chuvoso (39 °C), mas abaixo do limite considerado normal ($\leq 39,3$ °C), o que demonstra melhor adaptação dos animais do segundo grupo as condições do semiárido nordestino.

Morais et al. (2008) em rebanho Girolando no semiárido nordestino estimaram médias de TR de 39,3 °C, semelhantes as médias dos animais ¾ Holandês aqui relatadas

(Tabela 1). Estes autores afirmaram que os mecanismos termorreguladores utilizados por estes animais foram suficientes para compensar o estresse ambiental e manter a homeotermia. Pereira et al. (2008) relataram como valores médios de TR para as raças Frisian e Limousine em estresse térmico: 40,03 °C e 39,77 °C, respectivamente, superiores às médias de ambos os grupos Girolando deste trabalho nos dois períodos (Tabela 1). Porém, estes mesmos autores, relataram médias de TR semelhantes às aqui relatadas (Tabela 1) para as raças Alentejana e Mertolenga submetidas ao estresse térmico: 39,47 °C e 38,76 °C, respectivamente. Carvalho et al. (1995) trabalhando com animais da raça Simental importados, Simental nascido no Brasil e Zebu submetidos ao estresse térmico, relataram as seguintes médias de TR: 40,5 °C, 39,8 °C e 39,4 °C, todas superiores as médias dos dois grupos raciais deste trabalho (Tabela 1).

As FR foram diferentes ($p < 0,05$) no período seco com as vacas $\frac{3}{4}$ Hol apresentando médias de 47,7 mov/min, bem superiores às médias das vacas $\frac{1}{2}$ Hol (35,4 mov/min) e acima do limite considerado normal (40 mov/min). Isto demonstra o quanto o primeiro grupo de vacas necessita da respiração na tentativa de perda de calor e, quanto os animais do segundo grupo estão mais bem adaptados nas mesmas condições de criação.

Em ambos os grupos de vacas houve diferenças ($p < 0,05$) de FR comparando-se entre os períodos chuvoso e seco. Os animais $\frac{1}{2}$ Hol apresentaram frequências médias maiores no período chuvoso do que no período seco (38,8 mov/min vs. 35,4 mov/min, respectivamente), provavelmente pela maior umidade relativa do ar neste período, dificultando a perda de calor pela respiração. Por sua vez entre os animais $\frac{3}{4}$ Hol ocorreu o inverso, ou seja, as vacas deste grupo tiveram maiores médias de FR no período seco em relação ao chuvoso (47,7 mov/min vs. 38,6 mov/min, respectivamente) evidenciando a necessidade de aumento dos movimentos respiratórios para perda de calor no período.

Morais et al. (2008) relataram em rebanhos Girolando criados no semiárido nordestino médias de FR de 44 mov/min, semelhantes as médias de FR do grupo de animais $\frac{3}{4}$ Hol no período seco (Tabela 1), mas superiores as médias dos animais $\frac{1}{2}$ Hol em ambos os períodos seco e chuvoso. Pereira et al. (2008) relataram médias de FR bem superiores (105 mov/min) em animais da raça Frisian submetidos estresse térmico. Carvalho et al. (1995) relataram as seguintes médias de FR para Simental importado, Simental nativo e Zebu em situação de estresse térmico: 95,8 mov/min, 56,8 mov/min e 33,2 mov/min, respectivamente. As duas primeiras médias apresentam-se bem superiores aos dois grupos genéticos (Tabela

1) em ambos os períodos, mas a terceira média assemelha-se aos valores estimados para os animais $\frac{1}{2}$ Hol em ambos os períodos e às médias das vacas $\frac{3}{4}$ Hol no período chuvoso, mas inferiores as médias destes animais no período seco.

Com relação aos dados produtivos, em ambos os períodos, não houve diferenças significativas entre os dois grupos de animais comparados. Guimarães et al. (2002) trabalhando com vários grupos genéticos Holandês x Gir, dentre estes o $\frac{1}{2}$ Hol e o $\frac{3}{4}$ Hol, relataram produções leiteiras de 2681,6 kg para o primeiro grupo, abaixo das deste trabalho. Mas o segundo grupo apresentou produções médias de 4000,6 kg, semelhantes às de ambos os grupos nos dois períodos (Tabela 2).

Tabela 2. Médias \pm erro padrão dos dados de produção leiteira, número de IAs necessárias para concepção e diagnóstico de gestação (DG) de vacas Girolandas ($\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir e $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir), nos períodos seco e chuvoso, em clima tropical quente.

Período	Grupos raciais	Produção (kg)	Pico (kg)	IA	TP (%)
Chuvoso	$\frac{3}{4}$ Hol e $\frac{1}{2}$ Gir	3960,8 \pm 171,8	19,8 \pm 0,67	2,3 ^A \pm 0,27	65 (13/20)
	$\frac{1}{2}$ Hol e $\frac{1}{2}$ Gir	4039,4 \pm 228,9	18,5 \pm 0,68	2,5 \pm 0,28	60 (12/20)
Seco	$\frac{3}{4}$ Hol e $\frac{1}{2}$ Gir	4098,1 \pm 317,7	19,8 \pm 0,64	1,7 ^{b,B} \pm 0,20	75 ^a (15/20)
	$\frac{1}{2}$ Hol e $\frac{1}{2}$ Gir	4246 \pm 266,8	19,4 \pm 0,74	2,7 ^a \pm 0,26	40 ^b (8/20)

^{a,b} letras minúsculas mostram diferenças dentro do período (seco ou chuvoso), $p < 0,05$

^{A,B} letras maiúsculas mostram diferenças entre os períodos (seco e chuvoso), $p < 0,05$

TP: Taxas de prenhez.

Mellado et al. (2011) estudando as performances de lactação de vacas Holandesas e Girolandas criadas em clima subtropical mantidas em sistema intensivo de criação no México relataram maiores produções. As vacas $\frac{1}{2}$ Hol tiveram produção média total de 4970 kg, as $\frac{3}{4}$ Hol de 4852 kg e as Holandesas de 5594 kg. Os picos médios foram: 19,6 kg, 21,2 kg e 23,7 kg para $\frac{1}{2}$ Hol, $\frac{3}{4}$ Hol e Holandês, respectivamente, os quais se assemelham no grupo $\frac{1}{2}$ Hol deste trabalho nos dois períodos, mas são superiores aos dos animais $\frac{3}{4}$ Hol (Tabela 2).

Nos dados reprodutivos houve diferenças ($p < 0,05$). No período seco, veem-se diferenças no número médio de IAs necessárias para prenhez, ou seja, é preciso, em média, uma IA a mais nos animais $\frac{3}{4}$ Hol que no outro grupo de vacas (Tabela 2). Guimarães et al. (2002) trabalhando com diversos graus de sangue Holandês Gir (1/2, 3/4, 7/8, 9/16 e 15/16) relataram médias de IA de 1,74, semelhantes as aqui relatadas para as vacas $\frac{1}{2}$ Hol no período seco e inferiores ao grupo $\frac{3}{4}$ Hol em ambos os períodos e ao $\frac{1}{2}$ Hol no período chuvoso (Tabela 2).

Na comparação entre períodos, observou-se diferenças ($p < 0,05$) em relação ao número de IAs necessárias para concepção das vacas $\frac{1}{2}$ Hol, ou seja, no período chuvoso em que os animais encontravam-se em regime extensivo de criação, a média de inseminações eleva-se em relação ao período seco que os animais estavam em regime intensivo (2,3 vs. 1,7, respectivamente), o que demonstra melhor adaptação destes animais ao período seco, já que não houve diferenças significativas entre os graus de sangue no período chuvoso.

No período seco os grupos de vacas diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) em relação à concepção, com os animais do grupo $\frac{1}{2}$ Hol apresentando maior número de animais com prenhez confirmada ao DG em relação ao grupo $\frac{3}{4}$ Hol (75% vs. 40%, respectivamente).

Vacas em lactação são mais sensíveis ao estresse térmico por conta da demanda metabólica da lactação. A competência oocitária para fertilização e o subsequente desenvolvimento é reduzido em épocas quentes do ano (Sartori et al., 2002). Assim como os processos de implantação e desenvolvimento embrionário também são afetados (Sakatani et al., 2008). O desenvolvimento fetal também é afetado com o estresse térmico, ocasionando reduções no peso fetal e placentário, nas concentrações hormonais placentárias, aumento das teratologias que podem levar a diminuição das taxas de concepção (Graham Jr. et al., 1998; Hansen, 2012). Estes fatores podem explicar a diminuição na concepção do grupo $\frac{3}{4}$ Hol no período seco devido sua maior sensibilidade ao estresse térmico (Tabela 2).

Conclusões

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que os animais do grupo $\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir se apresentaram mais tolerantes ao calor quando comparados aos do grupo $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir. Houve influência do período do ano sobre os genótipos estudados, sendo a época seca de maior impacto sobre a fisiologia e desempenho reprodutivo dos animais.

No período de maior impacto ambiental o grupo $\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir foi bem mais termotolerante com melhor desempenho reprodutivo quando comparado ao $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir, o que evidencia melhor grau de adaptabilidade do primeiro as condições de clima semiárido.

O conhecimento de genótipos adaptados a condições climáticas da região nordeste do Brasil pode auxiliar diretamente os produtores na escolha de animais adequados para composição dos rebanhos. Assim, este trabalho mostra que animais Girolandos do grupo racial $\frac{1}{2}$ Holandês $\frac{1}{2}$ Gir são mais indicados para sistemas de criação em regiões de clima semiárido, como as encontradas no Nordeste brasileiro.

Referências

CAMPOS, R.; HERNÁNDEZ, E.A.; GIRALDO, L.; GONZÁLEZ, F. Cortisol e sua relação com a regulação endócrina no período de transição em vacas leiteiras sob condições do trópico colombiano. **Revista Ciência Animal Brasileira**, Goiania-Go, Sppl. 1, 2009 – Anais do VIII Congresso Brasileiro de Buiatria. p. 790-794, 2009.

CARVALHO, F.A.; LAMMOGLIA, M.A.; SIMÕES, M.J.; RANDEL, R.D. Breed affects thermoregulation and epithelial morphology in imported and native cattle subjected to heat stress. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3570-3573, 1995.

DEBUS, N.; BREEN, K.M.; BARRELL, G.K.; BILLINGS, H.J.; BROWN, M.; YOUNG, E.A.; KARSCH, F.J. Does cortisol mediate endotoxin-induced inhibition of pulsatile luteinizing hormone and gonadotropin-releasing hormone secretion? **Endocrinology**, v.143, p.3748-3758, 2002.

FACÓ, O.; LÔBO, R.N.B.; MARTINS FILHO, R.; MOURA, A.A.A. Análise do desempenho produtivo de diversos grupos genéticos Holandês x Gir no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1944-1952, 2002.

FERREIRA, F.; CAMPOS, W.E.; CARVALHO, A.U.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L.; SILVA, M.V.G.B.; VERNEQUE, R.S.; SILVA, P.F. Parâmetros clínicos, hematológicos, bioquímicos e hormonais de bovinos submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.4, p.769-776, 2009.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, disponível em www.funceme.br acesso em 31/12/2011.

GRAHAM JR.; J.M.; EDWARDS, M.J.; EDWARDS, M.J. Teratogen update: gestational effects of maternal hyperthermia due to febrile illnesses and resultant patterns of defects in humans. **Teratology**, v.58, p.209-221, 1998.

GUIMARÃES, J.D; ALVES, N.G.; COSTA, E.P.; SILVA, R.M.; COSTA, F.M.J.; ZAMPERLINI, B. Eficiências reprodutiva e produtiva em vacas da raça Gir, Holandês e cruzadas Holandês x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.641-647, 2002.

HANSEN, P.J. Effects of heat stress on mammalian reproduction. **Philosophical Transactions of Royal Society B**, v.364, p.3341-3350, 2012.

JOHNSON, H.D.; SHANKLIN, M.; HAHN, L.; KATTI, P.S. Short-term heat acclimation effects on hormonal profile of lactating cows. **Research Bulletin/University of Missouri**, v.1060-1061, 30p., 1988.

MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; LOUREIRO, C.M.B. Sensible and latent heat loss from the body surface of Holstein cows in a tropical environment. **International Journal of Biometeorology**, v.50, p.17-22, 2005.

MCNABB, A.F.M. Thyroid hormones, their activation, degradation and effects on metabolism. In: Conference Metabolic Modifiers, 1995, Amsterdam, **Proceedings...**, Amsterdam: Elsevier, p.1773S-1776S, 1995.

MELLADO, M.; CORONEL, F.; ESTRADA, A.; RÍOS, F.G. Lactation performance of Holstein and Holstein x Gyr cattle under intensive condition in a subtropical environment. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.14, p.927-931, 2011.

MORAIS, D.A.E.F.; MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; VASCONCELOS, A.M.; LIMA, P.O.; GUILHERMINO, M.M. Variação anual de hormônios tireoidianos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.538-545, 2008.

NARDONE, A. Thermoregulatory capacity among selection objectives in dairy cattle in hot environment. **Zootecnia e Nutrição Animal**, v.24, p.295-306, 1998.

NASCIMENTO, M.R.B.M.; STORTI, A.A.; GUIMARÃES, E.C.; SIMIONI, V.M. Perfil dos hormônios tireoidianos de vacas das raças Guzerá e Holandesa em ambiente tropical. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v.29, n.1, p.179-184, 2013.

PEREIRA, A.M.F.; BACCARI JR., F.; TITTO, E.A.L.; ALMEIDA, J.A.F. Effect of thermal stress on physiological parameters, feed intake and plasma thyroid hormones concentration in Alentajana, Mertolenga, Frisian and Limousine cattle breeds. **International Journal of Biometeorology**, v.52, p.199-208, 2008.

RIBEIRO, A.R.B.; ALENCAR, M.M.; OLIVEIRA, M.C.S. Características do pelame de bovinos Nelore, Angus x Nelore e Senepol x Nelore. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 45, **Anais...**, Lavras-MG, 2008.

SAPOLSKY, R.M.; ROMERO, L.M.; MUNK, A.U. How do glucocorticoids influence stress response? Integrating, permissive, suppressive, stimulatory and preparative actions. **Endocrinology Review**, v.21, p.55-89, 2000.

SARTOTI, R.; SARTOR-BERGFELT, R.; MERTENS, S.A.; GUENTER, J.N.; PARRISH, J.J.; WILTBANK, M.C. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2803-2812, 2002.

SAS – Statistical Analysis System, for Microsoft Windows: v.9.3, Cary, NC SAS Institute, 2011.

SPIERS, D.E.; VOGT, D.W.; JOHNSON, H.D.; GARNER, G.B.; MURPHY, C.N. Heat stress responses of temperate and tropical breeds of *Bos Taurus* cattle. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.**, v.2, p.41-52, 1994.

STARLING, J.M.C.; SILVA, R.G.; NEGRÃO, J.A.; MAIA, A.S.C.; BUENO, A.R. Variação estacional dos hormônios tireoidianos e do cortisol em ovinos em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2064-2073, 2005.

THOM, E. C. The discomfort index. **Weatherwise**, v. 60, p. 12-57, 1959.

URIBE-VELASQUEZ, L.F.; OBA, E.; BRASIL, L.H.A.; BACCARI JR., F.; WECHSLER, F.S.; STACISSINI, A.V.M. Concentrações plasmáticas de cortisol, hormônios tireoidianos, metabólitos lipídicos e temperatura corporal de cabras alpinas submetidas ao estresse térmico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.6, p.1123-1130, 1998.

YOUNG, E.A.; ABELSON, J.; LIGHTMAN, S.L. Cortisol pulsatility and its role in stress regulation and health. **Frontiers in Neuroendocrinology**, v.25, p.69-76, 2004.

CAPÍTULO 3

**TEMPERATURAS RETAIS, FREQUÊNCIAS RESPIRATÓRIAS,
DESEMPENHOS PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE VACAS GIROLANDO
SOB ESTRESSE TÉRMICO NO NORDESTE DO BRASIL**

TEMPERATURAS RETAIS, FREQUÊNCIAS RESPIRATÓRIAS, DESEMPENHOS PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE VACAS GIROLANDO SOB ESTRESSE TÉRMICO NO NORDESTE DO BRASIL

Resumo

O objetivo deste trabalho foi comparar os dois grupos raciais mais comuns de Girolando ($\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir vs. $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir) através de análises das percentagens de temperaturas retais (TR), frequências respiratórias (FR) e das médias de dados produtivos e reprodutivos, verificando o genótipo mais adaptado às condições do clima semiárido. O experimento ocorreu na CIALNE XVI, no município de Umirim-CE, distante 90 km de Fortaleza-CE em clima Tropical semiárido. Foram utilizadas 240 vacas, sendo 120 de cada grupo, as quais foram mantidas em regime extensivo durante o período chuvoso e intensivo no período seco. As coletas dos dados fisiológicos de TR e FR foram realizadas em 2011, nos meses de Março, Abril e Maio (período chuvoso) e nos meses de Setembro, Outubro e Novembro (período seco) nos turnos manhã e tarde, após as ordenhas (1 e 13 h). Os parâmetros ambientais estimados foram: umidade relativa do ar (UR), temperatura ambiente (TA) e o índice de temperatura e umidade (ITU). Os diagnósticos de gestação (DG) foram feitos 30 dias após as inseminações artificiais (IA). Os dados de produção leiteira de cada vaca foram obtidos com ordenhas automatizadas na fazenda. As variáveis ambientais e os dados de produção foram expressos como médias e erro-padrão, e avaliados pela ANOVA a 5% de probabilidade pelo procedimento GLM do SAS. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2. Utilizou-se o teste do qui-quadrado para verificar a diferença das proporções com relação aos parâmetros de TR, FR e TP (taxas de prenhez) a 5% de probabilidade. Na comparação entre os genótipos nas condições severas de estresse térmico do semiárido do nordeste brasileiro, os animais mais bem adaptados para o sistema de criação sem climatização são os do grupo $\frac{1}{2}$ Holandês $\frac{1}{2}$ Gir.

Palavras-chave: Adaptabilidade, bioclimatologia, vacas de leite, clima semiárido

RECTAL TEMPERATURES, RESPIRATORY RATES, PRODUCTION AND REPRODUCTION PERFORMANCES OF CROSSBRED GIROLANDO COWS UNDER HEAT STRESS IN NORTHEASTERN BRAZIL

Abstract

The goal of this study was to compare the two most common breed groups of Girolando ($\frac{1}{2}$ Holstein $\frac{1}{2}$ Gyr vs. $\frac{3}{4}$ Holstein $\frac{1}{4}$ Gyr) through analysis of the percentages of rectal temperature (RT), respiratory rates (RR) and pregnancy rates (PR), and means of production and reproduction data and check the genotype more adapted to the semi-arid climate. The experiment was conducted at Companhia de Alimentos do Nordeste (CIALNE XVI) farm, in the municipality of Umirim, state of Ceará, 90 km far from Fortaleza, state of Ceará, in semi-arid tropical climate. We used 240 cows, 120 of each genotype, kept under extensive system during the rainy period, and intensive during the dry period. Collection of physiological data of RT and RR were held in 2011, in March, April and May (rainy period) and in September, October and November (dry period) in morning and afternoon shifts, after milkings (1am and 1pm). The environmental parameters estimated were: relative humidity (RH), ambient temperature (AT) and the temperature and humidity index (THI). The diagnosis of pregnancy (DP) was made by ultrasonography 30 days after artificial insemination (AI). The milk production of each cow was recorded with automated milkings in the farm. Physiological variables (RT and RR) and PR were expressed in percentages. Environmental variables, production data and number of AI were expressed as mean and standard error, and tested by ANOVA at 5% probability using the GLM procedure of SAS. The experimental design was completely randomized with a 2 x 2 factorial arrangement. It was employed a chi-square test to check for the difference of proportions with respect to RT, RR and PR at 5% probability. In comparing the genotypes in the severe conditions of heat stress in semi-arid northeastern Brazil, the animals best suited to the farming system without cooling are those of the group $\frac{1}{2}$ Holstein $\frac{1}{2}$ Gyr.

Key words: Adaptability, bioclimatology, dairy cattle, semi-arid climate

Introdução

O clima em uma determinada região, especialmente a temperatura do ar e sua umidade relativa, influenciam diretamente o potencial de produção dos animais. O estresse térmico é um dos principais fatores envolvidos na redução da produtividade e desenvolvimento animal. A falta de conforto térmico faz com que o animal busque alternativas de perda de calor. Isto envolve uma série de adaptações dos diversos sistemas: respiratório, circulatório, endócrino, nervoso e excretor, para a produção em clima quente. A coordenação de todos esses sistemas para manter o potencial produtivo sob estresse térmico é variável entre as espécies, raças e indivíduos dentro de uma mesma raça (McManus et al., 2009; Marai e Haeeb, 2010).

Animais melhor adaptados geralmente apresentam respostas adequadas ao enfrentar situações adversas, dependendo de certos recursos que devem estar disponíveis. Por exemplo, os bovinos podem mudar seu padrão de pastejo diurno para noturno visando reduzir o estresse pelo calor, podem também buscar a forragem em áreas sombreadas ou com maior ventilação; tudo isto para minimizar os efeitos do clima sobre eles. Mas é sempre importante saber se tais ajustes no comportamento estão ocorrendo e sob quais condições, pois em determinadas situações (ausência de sombra, por exemplo) as necessidades para redução do estresse podem ser maiores do que as necessidades nutricionais, levando os animais à redução na ingestão de alimentos, com consequências previsíveis no seu desempenho produtivo e reprodutivo (Perissinoto et al., 2009).

O estresse térmico promove alterações na homeostase e tem sido quantificado mediante mensuração de variáveis fisiológicas tais como, temperatura retal e frequência respiratória. Do ponto de vista bioclimático, mesmo para animais cruzados, considerados tolerantes ao calor, podem ocorrer alterações comportamentais e fisiológicas (Nardone et al., 2010).

A temperatura corpórea é determinada pelo equilíbrio entre a perda e o ganho de calor e seu valor é obtido através da mensuração da TR, que varia de 38,1 °C a 39,1 °C para animais de corte e de 38 °C a 39,3 °C para bovinos leiteiros. É frequentemente usada como índice de adaptação fisiológica ao ambiente quente, pois seu aumento indica que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes para manutenção da homeotermia. O calor necessário para manter a temperatura corpórea dos animais provém

do metabolismo e da absorção da radiação solar e a mesma depende do equilíbrio entre calor produzido e liberado para o ambiente (Baccari Jr., 1987; DuPreez, 2000; Perissinoto et al., 2009).

Fatores como idade, raça, sexo, estado fisiológico, hora do dia, a ingestão de alimentos e de água, o estado nutricional, a temperatura ambiente, densidade, sombreamento, velocidade dos ventos, estação do ano, exercícios, radiação solar e capacidade de adaptação ao ambiente podem interferir na variação da TR. Bovinos taurinos, originários de climas temperados, são mais sensíveis aos extremos de temperaturas dos trópicos que os bovinos zebuínos, que são bem adaptados ao clima tropical (Baccari Jr., 1987; Carvalho et al., 1996; Ferreira et al., 2006).

Exercícios físicos, medo, excitação, estado fisiológico, produção leiteira e as condições climáticas afetam a FR. As medidas normais da FR em bovinos adultos variam de 24 a 36 movimentos respiratórios por minuto (mov/min), mas podem ter uma maior amplitude entre 12 e 36 mov/min. Em condições de estresse térmico, a FR eleva-se primeiro que a TR e podem ser observados animais taquipnéicos em ambientes com temperaturas elevadas (Marai et al., 1999; Ferreira et al., 2006).

O estado do Ceará está situado na região nordeste do Brasil e a maior parte dos criatórios de gado leiteiro é formada por animais mestiços resultantes do cruzamento das raças Holandesa e Gir, denominados de Girolando, criados em clima semiárido, onde predomina temperaturas elevadas com média anual em torno de 30 °C, o que propicia a ocorrência de estresse térmico sobre os animais menos adaptados.

Desta forma, justificou-se a execução deste trabalho com o objetivo de comparar os dois genótipos mais comuns de Girolando (1/2Hol 1/2Gir vs. 3/4Hol 1/4Gir), através de análises das percentagens de dois importantes parâmetros fisiológicos: TR e FR, reprodutivos (TP) e das médias de dados produtivos e reprodutivos, e verificar o grupo melhor adaptado às condições de criação em clima semiárido.

Material e métodos

Local do experimento

As coletas dos dados foram executadas em 2011 na fazenda Tanques – CIALNE XVI localizada no município de Umirim – CE, distante 90 km de Fortaleza – CE, com altitude de 66 m e coordenadas geográficas de 3,67° de latitude Sul e 39,35° de longitude Oeste. O clima da região é caracterizado como tropical semiárido com precipitações pluviométricas por volta de 1000 mm anuais concentradas de Janeiro a Maio.

Parâmetros climáticos

Dados climáticos de Temperatura do ar (TA) e Umidade relativa do ar (UR) no local onde se encontravam os animais do estudo foram também coletados durante a obtenção dos dados fisiológicos através de termo-higrômetro digital INSTRUTHERM HT-200. O índice de temperatura e umidade (ITU) foi obtido através da fórmula:

$$\text{ITU} = (0,8 \times \text{TA} + (\text{UR} \% / 100) \times (\text{TA} - 14,4) + 46,4) \text{ (Thom, 1959).}$$

Animais experimentais

Foram utilizadas 240 vacas da raça Girolanda, primíparas, em início de lactação (20-30 dias), sendo 120 com grau de sangue $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir e 120 com grau de sangue $\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir. Todas se encontravam com boa saúde, idade média de 2,5 anos, escore de condição corpórea 3,5 (escala de 1-5), média de peso de 450 kg e produção média de leite de 17,5 kg/dia em duas ordenhas.

As mesmas foram mantidas em sistema extensivo com pastagem de capim canarana (*Echinochloa polystachya*) durante o período chuvoso com suplementação mineral à vontade e ração lactação após as ordenhas. No período seco os animais foram confinados e receberam uma dieta composta por 63% de forragem de milho, 28% de cevada úmida, 8% de ração de lactação e 1% de multimistura, além de suplementação mineral à vontade. Os piquetes de confinamento apresentavam áreas de sombreamento natural e artificial com livre acesso à água e mistura mineral. As ordenhas aconteciam duas vezes ao dia: 1 e 13 horas.

Parâmetros fisiológicos

Os dados fisiológicos foram obtidos nos períodos chuvoso (Março, Abril e Maio) e seco (Setembro, Outubro e Novembro), após as ordenhas da manhã (1 h) e da tarde (13 h), em duas coletas mensais, totalizando 48 coletas e 11520 aferições, sendo 5760 pela manhã e 5760 à tarde. As TR foram estimadas com o auxílio de termômetro digital veterinário ANIMED 6200.03, com escala até 44 °C, e obtidas diretamente da parede do reto. As FR foram estimadas através da visualização dos movimentos toraco-abdominais durante um minuto e expressas em movimentos/minuto. Todos estes dados foram realizados no brete, à sombra, em cada vaca.

Parâmetros produtivos e reprodutivos

Os diagnósticos de gestação foram realizados por ultrassonografia com ultrassom veterinário CHISON 8100VET e sonda transretal multifrequencial de 5MHZ após 30 dias da inseminação artificial. Os dados de produção leiteira foram fornecidos pela CIALNE através do seu controle leiteiro. As vacas foram inseminadas naturalmente no segundo estro, após 45 dias do parto. A taxa de prenhez foi definida como a percentagem de vacas que estejam prenhes 30 dias após uma IA.

Análises estatísticas

As variáveis ambientais, a produção de leite e o número de IA foram expressas como médias e erro-padrão, e avaliados pela ANOVA a 5% de probabilidade usando o “general linear model” (Proc GLM) do programa estatístico SAS versão 9.3, USA (SAS, 2011). O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 (dois grupos raciais e dois períodos climáticos). Utilizou-se o teste do qui-quadrado para verificar a diferença das proporções com relação aos parâmetros de TR, FR e TP, comparando dentro dos genótipos entre os períodos e entre os genótipos dentro dos períodos a 5% de probabilidade.

Resultados

Os resultados estão apresentados em quatro tabelas. Na Tabela 1 são expressas as médias dos parâmetros climáticos (TA, UR e ITU) encontrados no local durante o período experimental.

Tabela 1. Médias \pm desvio padrão dos parâmetros climáticos: temperatura do ar (TA), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) nos turnos manhã e tarde durante os períodos seco e chuvoso em clima semiárido do Nordeste do Brasil.

Período	Turno	Variáveis Climáticas		
		TA (°C)	UR (%)	ITU
Seco	Manhã	25,7 \pm 0,04	75 \pm 0,54	75,4 \pm 0,12
	Tarde	35,7 \pm 0,18	39,3 \pm 0,44	83,2 \pm 0,14
Chuvoso	Manhã	22 \pm 0,00	94 \pm 0,07	71,1 \pm 0,00
	Tarde	31 \pm 0,13	64 \pm 0,27	81,8 \pm 0,22

Nas duas tabelas seguintes estão expressas as frequências de TR e FR dentro dos padrões normais e do limite para cima dos mesmos, nos turnos manhã e tarde durante os períodos seco e chuvoso para os dois grupos raciais Girolando: $\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir e $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir. Na quarta tabela estão expressos os dados produtivos e reprodutivos durante os períodos seco e chuvoso para os dois grupos raciais de Girolando: $\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir e $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir.

No período seco, turnos manhã e tarde com TR menor que 39,3 °C, houve diferença ($p < 0,05$) entre as frequências dos animais dos dois graus de sangue entre os turnos dentro do mesmo genótipo e, também houve diferença dentro do mesmo turno entre os genótipos. As vacas $\frac{1}{2}$ Hol estão em maior número dentro da normalidade (menor que 39,3 °C) do que as de grau de sangue $\frac{3}{4}$ Hol em ambos os turnos (Tabela 2).

Tabela 2. Percentagens das temperaturas retais menores que 39,3 °C e iguais ou maiores que 39,3 °C em vacas Girolandas ($\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir e $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir), nos períodos seco e chuvoso, nos turnos manhã e tarde, em clima tropical semiárido.

Grupos raciais	Turnos	Períodos			
		Seco		Chuvoso	
		< 39,3°C	≥ 39,3°C	< 39,3°C	≥ 39,3°C
		%	%	%	%
<u>$\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir</u>	Manhã	95 ^{a, A, α}	5 ^{b, A, β}	91,7 ^{a, A, α}	8,3 ^{b, A}
	Tarde	71,7 ^{b, A, α}	28,3 ^{a, A, β}	80 ^{a, A, α}	20 ^{a, A, β}
<u>$\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir</u>	Manhã	61,7 ^{a, B, β}	38,3 ^{b, A, α}	95 ^{a, A, α}	5 ^{b, B}
	Tarde	43,3 ^{b, B, β}	56,7 ^{a, A, α}	63,3 ^{b, A, β}	36,7 ^{a, B, α}

^{a, b} letras minúsculas mostram diferenças no mesmo genótipo dentro do período nos dois turnos (manhã e tarde) $p < 0,05$.

^{A, B} letras maiúsculas mostram diferenças entre períodos (seco e chuvoso) nos dois turnos (manhã e tarde), $p < 0,05$.

^{α, β} letras gregas mostram diferenças entre os genótipos dentro dos turnos (manhã e tarde) e períodos (seco e chuvoso), $p < 0,05$.

Com $TR \geq 39,3$ °C no período seco, nos dois turnos e nos dois grupos houve diferenças ($p < 0,05$) entre as frequências dentro e entre grupos. Os animais $\frac{3}{4}$ Hol apresentaram as maiores percentagens nos dois turnos, demonstrando maior número de animais sensíveis às condições de estresse térmico (Tabela 2).

No período chuvoso, $TR < 39,3$ °C, não mostrou diferenças nas frequências dos animais $\frac{1}{2}$ Hol entre os turnos, mas houve ($p < 0,05$) para os animais $\frac{3}{4}$ Hol. Entre os grupos, no mesmo turno, houve diferenças apenas no turno da tarde ($p < 0,05$) com a maior percentagem de animais $\frac{1}{2}$ Hol dentro do padrão normal para TR (Tabela 2).

Com $TR \geq 39,3$ °C no período chuvoso nos dois turnos e nos dois grupos houve diferenças ($p < 0,05$) entre as frequências dentro do mesmo grupo para os dois turnos, mas entre grupos mostrou diferença apenas para o turno da tarde com a maior percentagem de animais $\frac{3}{4}$ Hol apresentando TR acima do normal (Tabela 2).

Na comparação entre os períodos seco e chuvoso, observa-se que não houve diferença entre os animais $\frac{1}{2}$ Hol em ambos os turnos e faixas de TR. Nos animais do grupo $\frac{3}{4}$ Hol houve diferença ($p < 0,05$) das frequências em ambos os turnos e faixas de TR prevalecendo às maiores frequências de TR normais no período chuvoso em ambos os turnos e, no período seco, apenas pela manhã (Tabela 2).

Na comparação entre os grupos no mesmo turno e período não houve diferenças, assim como na comparação entre os períodos para o mesmo turno e grupo (Tabela 2).

Durante os períodos seco e chuvoso observou-se diferenças ($p < 0,01$) para as FR entre os turnos manhã e tarde, tanto para os animais $\frac{1}{2}$ Hol quanto para os $\frac{3}{4}$ Hol em ambos os intervalos: < 40 mov/min e ≥ 40 mov/min (Tabela 3).

Tabela 3. Percentagens dos movimentos respiratórios menores que e iguais/maiores que 40 mov/minuto em vacas Girolandas ($\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir e $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir), nos turnos manhã e tarde, nos períodos seco e chuvoso em clima tropical semiárido.

Grupos raciais	Turnos	Períodos			
		Seco		Chuvoso	
		< 40 (mov/min)	≥ 40 (mov/min)	< 40 (mov/min)	≥ 40 (mov/min)
		%	%	%	%
<u>$\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir</u>	Manhã	88,3 ^a	11,7 ^b	88,3 ^a	11,7 ^b
	Tarde	55 ^b	45 ^a	51,7 ^b	48,3 ^a
<u>$\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir</u>	Manhã	76,7 ^a	23,3 ^b	78,3 ^a	21,7 ^b
	Tarde	36,7 ^b	63,3 ^a	43,3 ^b	56,7 ^a

^{a,b} letras minúsculas mostram diferenças dentro do período nos dois turnos (manhã e tarde), $p < 0,05$.

As vacas $\frac{1}{2}$ Hol apresentaram-se em maior número absoluto dentro do intervalo normal (< 40 mov/min) para as FR em ambos os períodos e turnos. As vacas $\frac{3}{4}$ Hol apresentaram-se na maioria dentro do intervalo normal para FR somente no turno da manhã em ambos os períodos, revelando sua maior sensibilidade aos efeitos do estresse térmico no turno da tarde, onde as temperaturas ambientais eram mais elevadas (Tabela 3).

Tabela 4. Médias \pm erros padrão da produção leiteira, número de IA necessário para prenhez e percentagens de taxas de prenhez de vacas Girolando ($\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gyr e $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gyr), nos períodos chuvoso e seco em clima tropical quente.

Período	Grupos raciais	Produção (kg)	Pico (kg)	IA	TP (%)
Chuvoso	$\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gyr	4243 ^A \pm 94	21,4 ^A \pm 0,3	2,5 ^A \pm 0,1	72
	$\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gyr	4305 \pm 97	22,1 ^A \pm 0,4	2,4 \pm 0,1	76 ^A
Seco	$\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gyr	3937 ^{b,B} \pm 87	19,2 ^B \pm 0,3	2,0 ^{b,B} \pm 0,1	78 ^a
	$\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gyr	4262 ^a \pm 116	19,7 ^B \pm 0,3	2,2 ^a \pm 0,1	43 ^{b,B}

^{a,b} Letras minúsculas indicam diferenças dentro do período, entre grupos, $p < 0,05$.

^{A,B} Letras maiúsculas indicam diferenças dentro do grupo, entre períodos, $p < 0,05$.

IA: Número médio de inseminações artificiais necessárias por prenhez.

TP: Taxas de prenhez.

No que diz respeito à produção, foram encontradas diferenças no período seco com as vacas $\frac{3}{4}$ Hol apresentando maior produção que às $\frac{1}{2}$ Hol. Com o pico de lactação houve diferenças ($p < 0,05$) somente entre períodos com o período chuvoso apresentando maiores picos que o seco em ambos os grupos. Com relação aos dados reprodutivos, no período seco, houve diferenças no número médio de IA necessário para prenhez, ou seja, tiveram, em média, mais IA em animais $\frac{3}{4}$ Hol do que no outro grupo de vacas. Na comparação entre períodos, foram observadas diferenças no número médio de IA necessárias para prenhez no grupo de vacas $\frac{1}{2}$ Hol que, no período chuvoso (sistema extensivo) foram maiores que no período seco (sistema intensivo) ($2,5 \pm 0,1$ vs. $2,0 \pm 0,1$, respectivamente), indicando melhor adaptação deste grupo no período seco (Tabela 4).

No período seco, os grupos diferiram ($p < 0,05$) em relação à prenhez. As vacas $\frac{1}{2}$ Hol tiveram um maior número de animais positivos ao DG em relação ao outro grupo (78% vs. 43%, respectivamente). Na comparação entre períodos houve diferenças no grupo $\frac{3}{4}$ Hol com maior TP no período chuvoso que no seco (76% vs. 43%, respectivamente), indicando maior sensibilidade ao clima quente para este grupo.

Discussão

Considerando a classificação de Du Preez et al. (1990b) para o ITU, têm-se que valores menores ou iguais a 70 são considerados normais e o animal encontra-se em conforto térmico, entre 70 e 72 considera-se em alerta, acima de 72 até 78 é alerta e crítico para produção de leite, acima de 78 a 82 é o estado de perigo e, acima de 82, de emergência.

Desta forma, as condições térmicas para os animais experimentais foram: no período seco, turno manhã de alerta e crítica para a produção de leite, e, para a tarde, de emergência; no período chuvoso, turno manhã de alerta e, à tarde, de perigo (Tabela 1).

Neste estudo optou-se pela utilização de frequências ao invés de médias para a análise dos dados, uma vez que nem sempre as médias mostram a realidade da ocorrência de alterações dos parâmetros fisiológicos em animais com estresse térmico em diferentes níveis, considerando que este tipo de estresse pode variar de leve a severo. Para estimar o estresse térmico, foram utilizadas a temperatura retal e a frequência respiratória, que são os parâmetros mais adotados como medida de conforto e adaptabilidade (Hemsworth et al., 1995). A frequência cardíaca é um parâmetro que pode ser influenciado por outros fatores estressantes além do estresse térmico como, por exemplo, o temperamento que, no caso da raça Girolando é bastante nervoso, interferindo diretamente no aumento da FC no momento da aproximação para aferição. Além disso, no estresse térmico crônico, a FC tende a diminuir associada à diminuição de produção de calor interna em resposta às altas temperaturas ambientais (Kadezere et al., 2002).

Neste experimento, o grupo $\frac{1}{2}$ Hol apresentou a maioria dos animais com suas médias de TR e FR dentro da normalidade nos dois períodos e turnos (Tabelas 2 e 3), semelhante ao grupo de vacas Holandesas submetido a resfriamento em experimento na Flórida – EUA (Tao et al., 2011). Estes autores constataram que o grupo exposto ao resfriamento apresentou menores temperaturas retais e baixas frequências respiratórias nos turnos manhã e tarde em comparação ao outro grupo em estresse térmico. Isto evidencia a boa adaptabilidade das vacas $\frac{1}{2}$ Hol a situações de estresse térmico sem resfriamento.

No período chuvoso, nos dois turnos (manhã e tarde), os dois grupos deste trabalho ($\frac{1}{2}$ Hol e $\frac{3}{4}$ Hol) apresentaram a maioria dos animais com médias de TR dentro da normalidade (Tabela 2), semelhante ao que foi constatado por Burfeind et al. (2012) com

vacas Holstein na Alemanha mantidas em freestall no período moderado com ITU de 59,8, bem inferior aos ITU médios deste trabalho no período chuvoso manhã e tarde (Tabela 1).

No período quente, com ITU de 74,1, Burfeind et al. (2012) relataram que a maioria das vacas estavam com as TR acima do normal. Fato semelhante ao encontrado neste trabalho para as vacas $\frac{3}{4}$ Hol no período seco e no turno da tarde (Tabela 2), onde o ITU médio foi de 81,8 (Tabela 1).

Os grupos da raça Girolando deste trabalho estiveram sob ITU médio de 71,1 no período chuvoso manhã e ambos os genótipos apresentaram percentagens menores de animais com $TR \geq 39,3$ °C que às relatadas por Suthar et al. (2012) em experimento na Alemanha com vacas Holstein no turno da manhã nos meses de Maio, Junho e Julho (12,3%, 15,9% e 29,5%, respectivamente), evidenciando a melhor adaptação de animais cruzados (Tabela 2).

No turno da tarde, com ITU médio foi de 81,8, as percentagens das vacas $\frac{1}{2}$ Hol com $TR \geq 39,3$ °C foram superiores às do mês de Maio (16,1%), mas inferiores às de Junho (32,6%) e Julho (52,9%) relatadas por Suthar et al. (2012). As percentagens das vacas $\frac{3}{4}$ Hol deste trabalho com $TR \geq 39,3$ °C foram superiores às dos meses de Maio e Junho e inferiores às de Julho relatadas por Suthar et al. (2012) (Tabela 2).

Na Tabela 2, no período seco, turno manhã com ITU médio de 75,4, as percentagens das vacas $\frac{1}{2}$ Hol com $TR \geq 39,3$ °C foram menores que nos três meses relatados por Suthar et al. (2012) em que o ITU máximo foi de 77 para o turno da tarde no mês de Julho. Para as vacas deste experimento $\frac{3}{4}$ Hol as percentagens foram maiores que nos três meses relatados por Suthar et al. (2012) no turno da manhã (Tabela 2).

No turno da tarde com ITU médio de 83,2, as vacas $\frac{1}{2}$ Hol deste trabalho apresentaram maiores percentagens de $TR \geq 39,3$ °C apenas em relação ao mês de Maio (16,1%), mas menores com relação aos meses de Junho (32,6%) e Julho (52,9%) relatadas por Suthar et al. (2012). As vacas $\frac{3}{4}$ Hol deste estudo apresentaram maiores percentagens de animais com $TR \geq 39,3$ °C em relação aos meses de Maio e Junho, mas semelhantes valores aos relatados por Suthar et al. (2012) para o mês de Julho (Tabela 2).

Como ocorreu com a maioria das médias das TR dos dois grupos deste trabalho no período chuvoso nos dois turnos, ou seja, mantiveram-se abaixo de 39,3 °C (Tabela 2), Srikandakumar and Johnson (2004) relataram que vacas das raças Holstein, Jersey e

Australian Milking Zebu (AMZ) em clima frio (ITU 72) no Oman também mantiveram as médias de suas TR normais.

Durante o período de estresse térmico (ITU 93) Srikandakumar and Johnson (2004) relataram a maioria das médias de TR acima de 39,3 °C para as raças Holstein e Jersey, semelhante ao ocorrido com o grupo $\frac{3}{4}$ Hol deste trabalho, no turno da tarde, durante o período seco (ITU 83,2). Mas a maioria das médias de TR da raça AMZ foram inferiores a 39,3 °C durante o estresse térmico (ITU 93), semelhante ao que ocorreu com o grupo $\frac{1}{2}$ Hol que apresentou a maioria dos animais com TR abaixo de 39,3 °C nos dois turnos no período seco (Tabela 2) com valores médios de ITU pela manhã de 75,4 e à tarde de 83,2 (Tabela 1).

As médias de FR aqui relatadas para as vacas $\frac{1}{2}$ Hol mantiveram-se dentro da normalidade nos dois períodos e turnos, o que não ocorreu com as vacas $\frac{3}{4}$ Hol que apresentaram a maioria das médias de FR normais apenas no turno da manhã nos dois períodos (Tabela 3). Nas três raças relatadas por Srikandakumar and Johnson (2004) a maioria das médias de FR estiveram acima de 40 mov/min no período frio (ITU 72) e durante o estresse térmico (ITU 93), superiores a maioria das médias das FR no período chuvoso e seco das vacas $\frac{1}{2}$ Hol nos dois turnos (ITU de 71,1 pela manhã e 81,8 à tarde no período chuvoso e de 75,4 e 83,2 no período seco) e das vacas $\frac{3}{4}$ Hol no turno da manhã nos dois períodos. Porém, no turno da tarde nos dois períodos, a maioria dos animais do grupo $\frac{3}{4}$ Hol também apresentou médias de FR acima de 40 mov/min.

No período chuvoso à tarde, o grupo $\frac{3}{4}$ Hol apresentou a maioria dos animais com médias de TR $\geq 39,3$ °C, fato semelhante ao relatado por Amaral et al. (2009) com vacas Holstein em freestall na Flórida-EUA e submetidas a estresse térmico. Já no grupo que estava sob resfriamento, a maioria dos animais manteve as médias de TR normais, semelhante ao grupo $\frac{1}{2}$ Hol deste trabalho (Tabela 2), no entanto o último não foi mantido sob resfriamento, o que demonstra sua boa capacidade adaptativa às condições de estresse térmico.

Semelhante aos dois grupos deste trabalho nos dois períodos (seco e chuvoso), as TR médias da maioria dos animais $\frac{1}{2}$ Hol relatados por Ferreira et al. (2006) apresentaram-se dentro da normalidade (TR < 39,3 °C) durante o turno da manhã nas duas condições: termoneutralidade (ITU 69) e estresse térmico (ITU 97). No período da tarde, no entanto, a

maioria dos animais apresentaram $TR \geq 39,3$ °C nas duas condições, fato semelhante ao que ocorreu neste trabalho com o grupo $\frac{3}{4}$ Hol no período seco (Tabela 2).

A maioria das vacas dos dois grupos aqui relatados apresentaram médias de FR dentro da normalidade ($FR < 40$ mov/min) no turno da manhã em ambos os períodos, sendo que a maioria dos animais $\frac{1}{2}$ Hol também mantiveram suas médias de FR dentro do normal à tarde nos períodos seco e chuvoso (Tabela 3).

Ferreira et al. (2006) relataram movimentos respiratórios dentro do normal ($FR < 40$ mov/min) para a maioria dos animais nas duas condições que foram submetidos (termoneutralidade e estresse térmico) durante o turno da manhã, mas à tarde as médias das FR tiveram um aumento de sete vezes e, a maioria dos animais, tiveram suas FR acima de 40 mov/min tanto na termoneutralidade quanto no estresse térmico. A maior parte dos animais do grupo $\frac{3}{4}$ Hol também tiveram suas médias de FR acima do normal ($FR \geq 40$ mov/min) durante o turno da tarde nos períodos chuvoso e seco (Tabela 3).

Da mesma forma que ocorreu com as médias de FR do grupo $\frac{3}{4}$ Hol à tarde, relatadas anteriormente, Morais et al. (2008) trabalharam no Semiárido Nordeste com animais da raça Girolando entre $\frac{3}{4}$ Hol e $\frac{31}{32}$ Hol criados em sistema semi-intensivo e constataram que a maioria das médias de FR estiveram sempre acima do normal (≥ 40 mov/min), sendo as maiores médias ocorreram no período chuvoso.

Com relação às médias de TR, Morais et al. (2008) relataram que a maioria das médias mantiveram-se dentro do normal ($< 39,3$ °C) durante os períodos seco e chuvoso no turno da manhã, semelhante ao ocorrido neste trabalho com ambos os grupos (Tabela 2).

Guimarães et al. (2002) trabalharam com vários grupos raciais Holandês Gir, incluindo $\frac{1}{2}$ Hol e $\frac{3}{4}$ Hol, e relataram produção de leite para o primeiro grupo inferior à observada neste estudo. O segundo grupo teve médias similares ao grupo $\frac{1}{2}$ Hol no período seco, mas inferiores a ambos os grupos no período chuvoso e, no período seco, ao grupo $\frac{3}{4}$ Hol neste estudo. Mellado et al. (2011) estudaram os desempenhos de lactação de vacas Holandesas e Girolandas criadas em clima subtropical e sistema intensivo no México e relataram as produções. Vacas $\frac{1}{2}$ Hol tiveram médias de produção total de 4970 ± 241 kg, vacas $\frac{3}{4}$ Hol de 4852 ± 348 kg e as holandesas de 5594 ± 252 kg. Os picos médios foram $19,6 \pm 0,5$ kg, $21,2 \pm 0,7$ kg e $23,7 \pm 0,5$ kg para $\frac{1}{2}$ Hol, $\frac{3}{4}$ Hol e holandesas, respectivamente, que foram similares às médias dos animais $\frac{1}{2}$ Hol no período seco, mas

inferiores no período chuvoso, e foram similares às médias das vacas $\frac{3}{4}$ Hol no período chuvoso e superiores no período seco neste estudo (Tabela 4).

Em estudo com vários grupos raciais Holandês Gir, Guimarães relataram médias de IA de $1,74 \pm 1,2$, mais baixas que as aqui encontradas em ambos os grupos de animais (Tabela 4). Taxas de concepção e de prenhez em animais com alta seleção genética para produção de leite são menores no verão do que no inverno, como encontrado com o grupo $\frac{3}{4}$ Hol neste estudo entre os períodos seco e chuvoso (Wolfenson et al., 2000; Ju et al., 2005). Nabenish et al. (2011) trabalhando com vacas holandesas relataram que as taxas de concepção durante o período quente foram significativamente menores do que no período frio, semelhante ao ocorrido neste estudo com as vacas $\frac{3}{4}$ Hol com as taxas de concepção bem mais reduzidas no período seco em relação ao chuvoso (43% vs. 76%). Isto não ocorreu com as taxas de concepção do grupo $\frac{1}{2}$ Hol que se mantiveram sem diferir significativamente entre os períodos (72% vs. 78%), evidenciando que este grupo é menos atingido pelo estresse térmico em clima semiárido.

Conclusões

Analisando os resultados aqui apresentados percebe-se que, quando há condições ambientais favoráveis, como no período chuvoso e no turno da manhã, a maioria dos animais apresenta os parâmetros fisiológicos de TR e FR dentro do normal para ambos os grupos estudados.

No entanto, quando as condições são desfavoráveis e os animais estão submetidos ao estresse térmico intenso, como no período chuvoso no turno da tarde, e no período seco, em ambos os turnos, apenas o grupo $\frac{1}{2}$ Holandês $\frac{1}{2}$ Gir apresenta a maioria dos animais com as médias de TR e FR dentro do normal, evidenciando sua melhor característica adaptativa às condições severas do semiárido nordestino brasileiro.

Desta forma, baseando-se nos dados fisiológicos de TR e FR, constatou-se na comparação entre os grupos $\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir e o grupo $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir que, nas condições severas de estresse térmico do clima semiárido do nordeste brasileiro, os animais melhor adaptados para o sistema de criação sem climatização são os do grupo $\frac{1}{2}$ Holandês $\frac{1}{2}$ Gir.

Referências

- Amaral BC, Connor E.E, Tao S, Hayen J, Bubolz J, Dahl GE. Heat-stress abatement during the dry period: Does cooling improve transition into lactation? **Journal of Dairy Science**, v.92, p.5988-5999, 2009.
- Burfeind O, Suthar VS, Heuwieser W. Effect of heat stress on body temperature in healthy early postpartum dairy cows. **Theriogenology**, v.78, p.2031-2038, 2012.
- Du Preez JH. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. **Onderstepoort Journal of Veterinary Research**, v.67, n.4, p.263-271, 2000.
- Ferreira F, Pires MF, Martinez ML, Coelho SG, Carvalho AU, Ferreira PM, Facury Filho EJ & Campos WE. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico; Physiologic parameters of crossbred cattle subjected to heat stress. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.732-738, 2006.
- Hermsworth PH, Barnett JL, Beveridge L, Mattheus LR. The welfare of extensively managed dairy cattle: a review. **Applied Animal Behaviour Science**, v.42, n.3, p.161-182, 1995.
- Kadzere, C. T., Murphy, M. R., Silanikove, N., & Maltz, E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, v.77,n.1, p.59-91, 2002.
- Marai IFM, Habeeb AAM & Farghaly HM. Productive, physiological and biochemical changes in imported and locally born Friesian and Holstein lactating cows under hot summer conditions of Egypt. **Tropical animal health and production**, v.31, n.4, p.233-243, 1999.
- Marai IFM & Haebe AAM. Buffalo's biological functions as affected by heat stress — A review. **Livestock Science**, v.127, n.2, p.89-109, 2010.
- McManus C, Prescott E, Paludo G R, Bianchini E, Louvandini H, Mariante AS. Heat tolerance in naturalized Brazilian cattle breeds. **Livestock Science**, v.120, n.3, p.256–264, 2009.
- Morais DAEF, Maia ASC, Silva RG, Vasconcelos AM, Lima PO, Guilhermino MM. Variação anual de hormônios tireoidianos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.538-545, 2008.
- Nabenish H, Ohta H, Nishimoto T, Morita T, Ashizawa k, Tsuzuki Y. Effect of the temperature-humidity index on body temperature and conception rate of lactating dairy cows in Southwestern Japan. **Journal of Reproduction and Development**, v.57, n.4, p.450-456, 2011.

Nardone A, Ronchi B, Lacetera N, Ranieri MS, Bernabucci U. Effect of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. **Livestock Science**, v.130, p.57-69, 2010.

Perissinotto M, Moura DD & Cruz VD. Avaliação da produção de leite em bovinos utilizando diferentes sistemas de climatização. **Revista de Ciências Agrárias**, v.30, n.1, p.135-142, 2007.

Preez, J. D., Giesecke, W. H., Hattingh, P. J., & Eisenberg, B. E. (1990). Heat stress in dairy cattle under Southern African conditions. II. Identification of areas of potential heat stress during summer by means of observed true and predicted temperature-humidity index values. **Onderstepoort Journal of Veterinary Research**, v.57, n.3, p.183-187, 1990.

Srikandakumar A and Johnson EH. Effect of heat stress on milk production, rectal temperature, respiratory rate and blood chemistry in Holstein, Jersey and Australian Milking Zebu cows. **Tropical Animal Health and Production**, v.36, n.7, p.685-692, 2004.

Suthar V, Burfeind O, Bonk S, Voigtsberger R, Keane C, Heuwieser W. Factors associated with body temperature of healthy Holstein dairy cows during the first 10 days in milk. **Journal of Dairy research**, v.79, n.2, p.135-142, 2012.

Tao S, Bubolz JW, Amaral BC, Thompson IM, Hayen MJ, Johnson SE, Dahl GE. Effect of heat stress during the dry period on mammary gland development. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.12, p.5976-5986, 2011.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Considerações finais e implicações

Ao término deste estudo pode-se verificar a grande importância da seleção de animais resistentes às condições climáticas do estado do Ceará e da maior parte do nordeste brasileiro, onde as temperaturas do ar são elevadas durante todo o ano. Nestes ambientes, animais menos resistentes ao calor, com maior percentual europeu em sua composição racial, sofrerão demasiadamente para tentar amenizar as alterações fisiológicas decorrentes desta condição ambiental desfavorável e, com isso, haverá comprometimento das funções produtivas e reprodutivas.

Com os resultados apresentados nos capítulos anteriores, observou-se no rebanho estudado que as fêmeas bovinas $\frac{1}{2}$ Hol $\frac{1}{2}$ Gir quando comparadas às $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir em condições climáticas de estresse térmico severo, sem climatização, se sobressaem favoravelmente no que diz respeito aos parâmetros fisiológicos (TR, FR, perfis hormonais), reprodutivos (IA e DG) e, nos produtivos (produção e pico de lactação), se equivalem. Mas também se verificou que há animais, dentro do grupo $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir, que mantêm seus parâmetros dentro da normalidade mesmo em condições de estresse térmico. Isto revela um subgrupo de animais adaptados dentro daqueles que estão mais vulneráveis ao clima semiárido.

Durante o período chuvoso, no turno da manhã, onde as TA são amenas e as UR estão mais elevadas, ambos os grupos de animais apresentam-se, na maioria, com bons índices produtivos, reprodutivos e com parâmetros fisiológicos dentro da normalidade. Mas quando as condições ambientais começam a mudar, como no período chuvoso no turno da tarde e no período seco em ambos os turnos, a maioria dos animais $\frac{3}{4}$ Hol $\frac{1}{4}$ Gir apresentam seus parâmetros fisiológicos alterados e seus índices produtivos e reprodutivos diminuídos.

No estado do Ceará e no nordeste brasileiro, a maioria dos pecuaristas não possui assistência técnica adequada às suas necessidades, principalmente no que concerne à Bioclimatologia. Desta forma, orientações no tocante à escolha de animais aptos à região e as instalações da propriedade são fundamentais para o sucesso da atividade pecuária. O rebanho do estado é composto em sua maioria por produtores de leite e por animais da raça Girolando que, muitas vezes possuem uma grande parcela da raça Holandesa em sua

composição e, conseqüentemente, baixos índices produtivos e reprodutivos nas condições climáticas a que são submetidos.

Com a divulgação dos resultados obtidos nesta tese através de artigos científicos e palestras técnicas, espera-se que tanto os pecuaristas quanto os técnicos desta região e de outras com clima semelhante, possam orientar-se para a escolha correta de animais na composição de rebanhos leiteiros e, assim, obter bons índices produtivos e reprodutivos em condições ambientais naturais, a baixo custo e com retorno financeiro adequado.

ANEXOS

2. Resultados de exames hormonais: T3 e T4.



Vicente Lemos
laboratório de análises clínicas

www.vicentelemos.com.br

Sr(a).....: AC0282 - BOVINO	Idade/Sexo.....: 0-M
Identidade.....:	
Médico.....:	Data.....: 10/06/2011
Convênio.....: CENTRO DE ANALISES CLINICAS DO CARIRI	
Sigla Convênio: CLINICENTER	Sequencia.....: M9-001106

T3 TOTAL - VETERINÁRIO

Material: Soro

Método...: Quimioluminescente automatizado

RESULTADO: 0,997 ng/mL

Valor(es) de Referência:

Canino: 0,45 a 1,10 ng/mL

Bovino: 0,78 a 1,65 ng/mL

Felino: 0,40 a 1,10 ng/mL

Equino: 0,30 a 1,15 ng/mL

T4 TOTAL - VETERINÁRIO

Material: Soro

Método...: Quimioluminescente automatizado

RESULTADO: 4,85 ng/mL

Valor(es) de Referência:

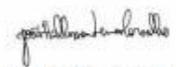
Canino: 1,2 a 4,0 ng/mL

Equino: 2,5 a 4,5 ng/mL

Felino: 1,2 a 4,8 ng/mL

Bovino: 1,5 a 5,4 ng/mL

*Amostra coletada em laboratório parceiro.

							
Dra. Ana Lúcia Lemos Carvalho CRF: 363	Dr. João Hailson Lemos Carvalho CRF: 2717	Dr. Rodrigo Lemos F. Agostinho CRF: 2783	Dra. Wânia Sandra Bezerra Brito CRF: 1670	Dr. José Carvalho P. Duarte CRF: 1388	Dra. Sílvia Macêdo G. Mota CRF: 3097	Dra. Emacelle Milfont Alves CRF: 3693	

3. Resultado de exame hormonal: cortisol.



Vicente Lemos
laboratório de análises clínicas

www.vicentelemos.com.br

Sr(a).....: AC0282 - BOVINO	Idade/Sexo.....: 0-M
Identidade.....:	
Médico.....:	Data.....: 10/06/2011
Convênio.....: CENTRO DE ANALISES CLINICAS DO CARIRI	
Sigla Convênio: CLINICENTER	Sequencia.....: M9-001106

CORTISOL - VETERINÁRIO

Material: Soro

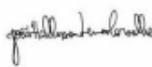
Método...: Quimioluminescente automatizado

RESULTADO: 4,15 ug/dL

Valor(es) de Referência:
Canino: 0,5 - 3,0 ug/dL
Bovino: 0,5 - 1,8 ug/dL
Equino: 1,0 - 14,0 ug/dL
Felino: 0,5 - 4,0 ug/dL
Suino: 46,8 - 54,6 ug/dL

** Revisto e confirmado com controle de qualidade **

*Amostra coletada em laboratório parceiro.

							
Dra. Ana Lúcia Lemos Carvalho CRF: 363	Dr. João Hailson Lemos Carvalho CRF: 2717	Dr. Rodrigo Lemos F. Agostinho CRF: 2783	Dra. Wânia Sandra Bezerra Brito CRF: 1670	Dr. José Carvalho P. Duarte CRF: 3388	Dra. Sílvia Macêdo O. Mota CRF: 2097	Dra. Emanuelle Milfont Alves CRF: 3593	

4. Local do experimento (fazenda Tanques).



4.1. Sombreamento natural.



4.2. Ordenha mecânica.



4.3. Sombreamento artificial.



4.4. Confinamento.

5. Animais experimentais.

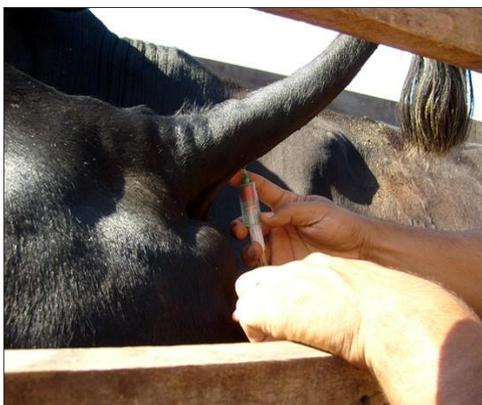


5.1. Coleta da manhã.

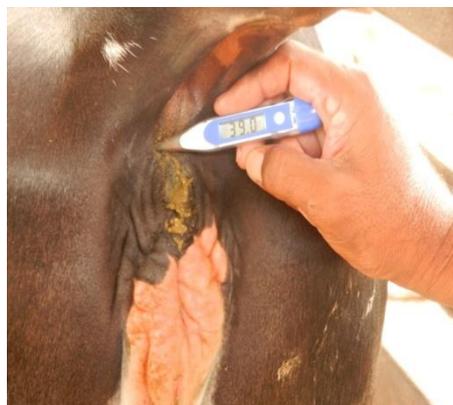


5.2. Coleta da tarde.

6. Atividades experimentais à campo.



6.1. Punção venosa caudal.



6.2. Aferição da TR.



6.3. Amostras de sangue.



6.4. Aferição da TS.



6.7. Termohigrômetro.



6.6. Material de coleta.