



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV**

**CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E SEMINAIS DE  
TOUROS DE RAÇAS LOCALMENTE ADAPTADOS  
MANTIDOS COM E SEM SOMBREAMENTO**

**ELEONORA ARAUJO BARBOSA**

**TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS**

**Brasília / DF**  
**Dezembro de 2017**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV**

**CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E SEMINAIS DE  
TOUROS DE RAÇAS LOCALMENTE ADAPTADAS  
MANTIDAS COM E SEM SOMBREAMENTO**

**ELEONORA ARAUJO BARBOSA**

**Orientação: Dr. Alexandre Floriani Ramos**

**Tese de Doutorado em Ciências Animais**

**PUBLICAÇÃO: 190D/2017**

**Brasília / DF**  
**Dezembro de 2017**

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

BARBOSA, E. A. **Características fisiológicas e seminais de touros de raças localmente adaptadas mantidas com e sem sombreamento**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2017, 73p. Tese de Doutorado.

Documento formal, autorizando a reprodução desta Tese de Doutorado para empréstimo, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pela autora à Universidade de Brasília e acha-se arquivado pela Secretaria do Programa. A autora e sua orientadora reservam para si os outros direitos autorais de publicação. Nenhuma parte desta Tese de Doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito da autora ou da sua orientadora. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

## FICHA CATALOGRÁFICA

BARBOSA, E. A. **Características fisiológicas e seminais de touros de raças localmente adaptados mantidos com e sem sombreamento**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2017, 73p. Tese de Doutorado (Ciências Animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2017.

1. Conservação.
2. Estresse térmico.
3. Índice temperatura umidade.
4. Raças localmente adaptadas.
5. Recursos Genéticos Animais.
6. Sêmen . I. Ramos, Alexandre Floriani, orient. II. Título

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV**

**CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E SEMINAIS DE TOUROS DE RAÇAS  
LOCALMENTE ADAPTADAS MANTIDOS COM E SEM SOMBREAMENTO**

**ELEONORA ARAUJO BARBOSA**

Tese de Doutorado apresentado ao curso de Pós-Graduação em  
Ciências Animais da Faculdade de Agronomia e Medicina  
Veterinária da Universidade de Brasília.

Aprovada por:

---

**Dr. Alexandre Floriani Ramos (Orientador/Embrapa)**

---

**Dra. Luciana Keiko Hatamoto Zervoudakis (Examinadora Externo/UFMT)**

---

**Dra. Maria do Socorro Maués Albuquerque (Examinadora Externo/Embrapa)**

---

**Dr. Rodrigo Arruda de Oliveira (Examinador Interno/UnB)**

Brasília / DF, 11 de Dezembro de 2017.

À minha amada mãe Suely (*in memorian*), por todo amor, dedicação, ensinamentos e paciência.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu pai Orlando e meu irmão Leonardo por todo amor e apoio.

Ao meu orientador Alexandre Ramos pela oportunidade, ensinamentos, apoio e confiança.

A Samuel Paiva e Danielle Paiva pela amizade e todo apoio oferecidos durante o doutorado sanduíche.

Ao Dr. Philip Purdy, Dr. James Graham e Dra. Jennifer Barfield pela oportunidade e auxílio durante os experimentos executados no doutorado sanduíche na ARS e CSU.

Aos amigos Heitor Teixeira, Oscar Brasil, José Spricigo, Fellipe Caixeta, Carolle Spricigo pela ótima companhia, apoio psicológico, ajuda e discussões acadêmicas.

Aos amigos que me divertem e me engrandecem, Luanna Kim, Rafaela Valin, Luisa Goulart, Isabella Guimarães, Pedro e Elton.

A Ligiane Leme por sempre estar disponível a ajudar quando necessário.

A Paula Lorena por toda a ajuda no trabalho desenvolvido.

A CAPES pela bolsa concedida durante o doutorado e ao CNPq pela bolsa concedida durante o doutorado sanduíche.

Ao programa de Pós Graduação em Ciências Animais da Universidade de Brasília.

E a todos que direto ou indiretamente colaboraram para que este trabalho acontecesse, meu sincero: muito obrigado!

## SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	iv
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xi
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVO	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. HIPÓTESE	4
4. REVISÃO DE LITERATURA	5
4.1. Termorregulação testicular e produção espermática	5
4.2. Estresse térmico	7
4.3. Adaptação climática	8
4.4. Estresse térmico e reprodução	10
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
CAPÍTULO 2	19
1. RESUMO	20
2. ABSTRACT	21
3. INTRODUÇÃO	22
4. MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1. Local do Experimento e animais experimentais	24
4.2. Dados Climáticos	24
4.3. Dados fisiológicos	25
4.4. Fotos térmicas	25
4.5. Análise estatística	26
5. RESULTADOS	27
6. DISCUSSÃO	35
7. CONCLUSÃO	40
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
CAPÍTULO 3	44
1. RESUMO	45
2. ABSTRACT	46
3. INTRODUÇÃO	47
4. MATERIAIS E MÉTODOS	49
4.1. Local do Experimento e animais experimentais	49
4.2. Dados climáticos	49
4.3. Dados reprodutivos	50
4.3.1. Coleta e congelamento do sêmen	50
4.3.2. Avaliação do sêmen fresco e congelado	50
4.4. Parâmetros fisiológicos	51
4.5. Imagens térmicas	51
4.6. Análise estatística	52
5. RESULTADOS	53
6. DISCUSSÃO	62
7. CONCLUSÃO	68

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
CONSIDERAÇÕES FINAIS	73



## RESUMO

### CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E SEMINAIS DE TOUROS DE RAÇAS LOCALMENTE ADAPTADAS MANTIDAS COM E SEM SOMBREAMENTO

Eleonora Araujo Barbosa<sup>1</sup>, Alexandre Floriani Ramos<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Agronomia e Veterinária - UnB, Brasília-DF, <sup>2</sup> Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília-DF.

O Brasil é um dos maiores produtores de bovinos do mundo, e grande parte da reprodução desses animais ainda é realizada por monta natural. Levando em conta que a maior parte do território nacional se encontra em regiões de clima tropical, a adaptabilidade desses animais a temperaturas ambientais aumentadas é extremamente importante, tanto do ponto de vista produtivo como reprodutivo. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da presença ou ausência de sombra, nos parâmetros fisiológicos e seminais de bovinos de raças localmente adaptadas. Touros Curraleiro Pé-Duro, Crioulo Lageano, Pantaneiro e Nelore, foram submetidos a presença ou ausência de sombra e coletados mensalmente durante o período do verão na região Centro-Oeste do Brasil, para avaliação de parâmetros fisiológicos e seminais. As raças apresentaram resultados semelhantes para as características fisiológicas e seminais tanto na sombra quanto no sol, e as raças Curraleiro Pé- Duro e Nelore do grupo sol, apresentaram aumento na quantidade de defeitos menores dos espermatozoides no sêmen fresco, na última coleta quando comparados as coletas anteriores na mesma raça e tratamento, entretanto, não apresentaram diferença significativa entre as raças e tratamentos na última coleta. As raças estudadas demonstram alta adaptabilidade as condições climáticas presentes no verão da região Centro-Oeste do Brasil.

**Palavras-chave:** Conservação, estresse térmico, índice temperatura umidade, raças localmente adaptadas, Recursos Genéticos Animais, sêmen.

## ABSTRACT

### SEMINAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LOCALLY ADAPTED BULLS UNDER PRESENCE OR ABSENCE OF SHADE IN BRAZILIAN CENTRAL REGION

Eleonora Araujo Barbosa<sup>1</sup>, Alexandre Floriani Ramos<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Agronomia e Veterinária - UnB, Brasília-DF, <sup>2</sup> Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília-DF.

Brazil is one of the largest cattle producers in the world, and much of the reproduction of these animals is still carried out by natural breeding. Most of the national territory is in regions of tropical climate, then the adaptability of these animals to increased environmental temperatures is extremely important, both from productive and reproductive point of view. The objective of the present study was to evaluate the effect of the presence or absence of shade on physiological and seminal parameters of cattle of locally adapted breeds. Curraleiro Pé-Duro, Crioulo Lageano, Pantaneiro and Nelore bulls, were submitted to the presence or absence of shade and collected monthly during the summer period in the Center-West region of Brazil, for the evaluation of physiological and seminal parameters. Breeds presented similar results for physiological and seminal characteristics in both under shade and under the sun, Curraleiro Pé-Duro and Nelore of the sun group showed an increase in the number of minor sperm defects in fresh semen, in the last collection when compared to previous collections in same breed and treatment, however, showed no significant difference between breeds and treatments in the last collection. Breeds studied show high adaptability to the climatic conditions present in the summer of the Center-West region of Brazil.

**Keywords:** Conservation, heat stress, locally adapted breeds, Animal Genetic Resources, semen.

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
	<b>Capítulo 3</b>	
Figura 1	Imagem térmica de testículo, mostrando as temperaturas máxima, mínima e média do polo proximal (Li 1) e polo distal (Li 2) e o gradiente de temperatura (Dt1), usando o Software Flir.	52

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
<b>Capítulo 2</b>		
Tabela 1	Média e desvio padrão para temperatura máxima (TempMax) (°C), temperatura mínima (TempMin) (°C), temperatura média (TempMed) (°C), umidade máxima (UmiMax) (°C), umidade mínima (UmiMin) (°C), umidade média (UmiMed) (%) e índice temperatura umidade (ITU) (0-100) em piquetes com presença e ausência de sombra durante o verão na região Centro-Oeste	28
Tabela 2	Médias e desvio padrão para frequência respiratório (mov/min) de reprodutores da raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), coletados mensalmente durante o verão, no período matutino e vespertino na região Centro –Oeste	29
Tabela 3	Médias e desvio padrão para número de leucócitos de reprodutores da raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pantr) e Nelore (Nel), coletados mensalmente durante o verão no período matutino e vespertino na região Centro- Oeste	30
Tabela 4	Médias e desvio padrão de neutrófilos segmentados de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), coletados mensalmente durante o verão no período matutino e vespertino na região Centro- Oeste	31
Tabela 5	Médias e desvio padrão de monócitos de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé- Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), coletados mensalmente durante o verão no período matutino e vespertino na região Centro-Oeste	32
Tabela 6	Médias e desvio padrão para termografia de superfície corporal de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant), Nelore (Nel), coletados mensalmente durante o verão no período matutino e vespertino na região Centro-Oeste	34
<b>Capítulo 3</b>		
Tabela 1	Média e desvio padrão para temperatura máxima (TempMax) (°C), temperatura mínima (TempMin) (°C), temperatura média (TempMed) (°C), umidade máxima (UmiMax) (°C), umidade	54

	mínima (UmiMin) (°C),, umidade média (UmiMed) (%) e índice temperatura umidade (ITU) (0-100) em piquetes com presença e ausência de sombra durante o verão na região Centro-Oeste	
Tabela 2	Média e desvio padrão para motilidade (%) do sêmen fresco de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste	55
Tabela 3	Médias e desvio padrão para vigor espermático (0-5) do sêmen fresco de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste	56
Tabela 4	Média e desvio padrão para defeitos menores (%) do sêmen fresco de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste	56
Tabela 5	Médias e desvio padrão para defeitos maiores (%) do sêmen fresco de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste	57
Tabela 6	Média e desvio padrão para integridade de membrana plasmática e acrossomal (%) do sêmen fresco de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste	57
Tabela 7	Médias e desvio padrão para motilidade progressiva (%) do sêmen congelado de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste	58
Tabela 8	Médias e desvio padrão para defeitos menores (%) do sêmen congelado de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste	58
Tabela 9	Médias e desvio padrão para defeitos totais (%) do sêmen congelado de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel),	59

submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste

Tabela 10	Médias e desvio padrão integridade de membrana plasmática, acrossomal e alto potencial mitocondrial (%) do sêmen congelado de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste	59
Tabela 11	Médias e desvio padrão para velocidade linear progressiva (VSL) ( $\mu\text{m/s}$ ) do sêmen congelado de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste	60
Tabela 12	Médias e desvio padrão para frequência de batimento flagelar (BCF) (Hz) do sêmen congelado de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste	60
Tabela 13	Médias e desvio padrão para temperatura de polo proximal (TPP) ( $^{\circ}\text{C}$ ) do testículo de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste	61
Tabela 14	Médias e desvio padrão para temperatura de polo distal (TPD) ( $^{\circ}\text{C}$ ) do testículo de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste	61

## CAPÍTULO 1

### **REVISÃO DE LITERATURA**

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui hoje o segundo maior rebanho bovino do planeta, com uma população estimada em 215 milhões de animais. É nosso também o título de segundo maior produtor e primeiro exportador de carne bovina do mundo. (IBGE, 2015). Sendo assim um dos grandes responsáveis pelo abastecimento e manutenção do mercado mundial de produtos de origem animal.

Segundo dados da Asbia de 2014, o Brasil possui pouco mais de 56 milhões de animais em reprodução e desses, apenas 11,9% são inseminados, ou seja, pouco mais de 7 milhões de fêmeas de corte inseminadas no país. Assim sendo a reprodução e multiplicação bovina, advém em grande parte de monta natural, dependendo quase exclusivamente da utilização de touros para a reprodução.

O clima tropical, característico em quase todo o território nacional, torna a criação e manutenção de certas raças bovinas dificultadas, como por exemplo raças de origem taurinas, mais susceptíveis ao estresse térmico ( Landaeta- Hernández et al., 2011).

Entretanto, existem no Brasil bovinos de origem europeia, conhecidos como “naturalizados ou localmente adaptados”. Essas raças são oriundas de animais trazidos na época da colonização e passaram por seleção natural ao longo de todos esses anos. Com isso desenvolveram características adaptativas importantes para sua manutenção nesse território (Egito et al., 2002; Mariante e Egito, 2008), sendo a resistência ao calor uma delas (McManus et al., 2009; Cardoso et al., 2016)

As raças taurinas normalmente utilizadas na pecuária mundial apresentam melhores características e qualidade de carne superior quando comparadas a raças zebuínas, contudo, raças de origem zebuína apresentam alta adaptação a climas quentes (Frisch e Vercoe, 1977; Frisch e Vercoe, 1984), e por isso são a grande base da cadeia produtiva de carne no Brasil.

Contudo Bianchini et al. (2006) demonstraram que bovinos da raça Crioulo Lageana são adaptados tanto a invernos rigorosos como a altas temperaturas. Bovinos Pantaneiros



apresentam adaptação a condições de estresse hídrico, realizando troca de calor pela água, e bovinos Curraleiros Pé- Duro assim como o Nelore são adaptados ao clima tropical.

Campos et al. (2017) mostraram que a diversidade genética estimada para as raças localmente adaptadas indicam boas perspectivas para a conservação das mesmas. E que a presença de uma estruturação dessas raças taurinas mostram sua adaptação a diferentes ambientes, permitindo-nos considerá-las um recurso genético diferenciado.

Sabe-se que existe um delicado balanço entre produção e perda de calor, e esse balanço é mantido por certos mecanismos termo regulatórios em resposta a combinação da temperatura ambiente e a umidade do ar. Existem também genes que contribuem para os mecanismos de produção e perda de calor e juntamente com processos bioquímicos e moleculares protegem as células de injúrias causadas pelo aumento da temperatura (Kashyap et al., 2015).

Levando em conta todas essas informações, e sabendo que os touros são os grandes responsáveis pela fertilização das fêmeas bovinas no Brasil, touros com ótimos índices reprodutivos e adaptados ao clima tropical são a peça chave para a garantia de bons resultados produtivos nas propriedades.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar o efeito da insolação sobre parâmetros fisiológicos e reprodutivos de touros de raças localmente adaptadas.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Avaliar o efeito da insolação sobre parâmetros fisiológicos e hematológicos relacionados ao estresse térmico em reprodutores das raças Crioulo Lageana, Curraleiro Pé-Duro, Nelore e Pantaneiro;
- Avaliar o efeito da insolação sobre a temperatura de superfície corporal e testicular de reprodutores das raças Crioulo Lageana, Curraleiro Pé- Duro, Nelore e Pantaneiro;

- Avaliar o efeito da insolação sobre a qualidade do sêmen fresco e congelado de reprodutores das raças Crioulo Lageana, Curraleiro Pé- Duro, Nelore e Pantaneiro;
- Avaliar o efeito da insolação sobre a espermatogênese de reprodutores das raças Crioulo Lageana, Curraleiro Pé-duro, Nelore e Pantaneiro.

### **3. HIPÓTESE**

Animais de raças taurinas localmente adaptadas apresentam características de adaptação ao calor, capacidade termorregulatória e manutenção da espermatogênese semelhante a animais zebuínos, como a raça Nelore, e se submetidos a condições de sombreamento não sofrem com o estresse térmico.

## 4. REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1. Termorregulação testicular e produção espermática

A termorregulação testicular é um processo que compreende vários mecanismos físicos e fisiológicos para que a temperatura testicular seja mantida abaixo da temperatura corporal, condição esta necessária para que ocorra a perfeita formação dos gametas masculinos.

Este mecanismo depende de várias características do saco escrotal, tais como, pele fina com pouca gordura subcutânea, grande quantidade de glândulas sudoríparas e escassez de pelos. Além disso a musculatura e vascularização testicular tem grande importância na regulação da temperatura. Para maximizar a perda de calor, o músculo cremaster e a túnica dartos relaxam, afastando o testículo do abdome e levando a um afrouxamento da pele escrotal, fazendo com que ocorra um aumento na área de superfície total facilitando a dissipação de calor. A vasodilatação dos vasos escrotais e ativação das glândulas sudoríparas também promovem perda de calor quando há um aumento de temperatura (Garner e Hafez, 2004; Durairajanayagam et al., 2015).

Ocorre também troca de calor pelo mecanismo de contracorrente, entre a artéria e as veias presentes no plexo pampiniforme. Esse mecanismo faz com que haja um esfriamento do sangue que está chegando ao testículo e o aquecimento do sangue que retorna do mesmo (Glad Sorensen et al., 1991, Garner e Hafez, 2004).

Existe uma diferença de temperatura entre os polos proximais e distais do testículo. Essa temperatura negativa da porção proximal para a distal da subtúnica testicular é o resultado do arranjo vascular desse órgão. Nesse arranjo, a artéria testicular atinge o polo dorsal e segue sob a túnica albugínea, intimamente relacionada ao corpo do epidídimo, até se ramificar no polo ventral. Após essa ramificação, vários ramos arteriais passam sob a túnica, e sofrem nova ramificação para o interior do parênquima testicular (Brito et al., 2004).

Testículos de touros zebuínos (*B. indicus*) e taurinos (*B. taurus*) apresentam diferente conformação, sendo os testículos da primeira subespécie menores em circunferência e volume

quando comparados ao da segunda. Bovinos zebuínos mostram-se mais adaptados a ambientes com altas temperaturas pois possuem um melhor suplemento sanguíneo na região testicular e maior capacidade termorreguladora quando comparados a taurinos, isso devido a diferenças na morfologia de seus cones vasculares (Brito et al. 2004).

Para que a espermatogênese ocorra normalmente, a temperatura testicular deve estar aproximadamente 4-5 °C abaixo da temperatura corpórea (Kastelic et al., 1996).

Segundo Taylor et al. (1985), a temperatura ambiental ótima para produção espermática bovina seria entre 15-20 °C. Entretanto, nota-se uma variação individual, onde alguns animais se mostram mais tolerantes as elevações de temperaturas que outros (Fuerst-Waltl et al., 2006).

A espermatogênese é um processo contínuo, composto por ciclos espermáticos. Cada ciclo tem duração média de 14 dias, e em bovinos para a completa formação de espermatozoides, a partir de uma espermatogônia, são necessários 4 ciclos espermáticos (Garner e Hafez., 2004). Essa sequência de eventos celulares do processo espermatogênico tem início na periferia dos túbulos seminíferos e são finalizados na região central dos mesmos (Garner e Hafez, 2004; Durairajanayagam et al., 2015).

No compartimento basal ocorre a espermatocitogênese onde a espermatogônia tipo A1 sofre mitose para gerar o pool de células germinativas. Essas espermatogônias A1 geradas se desenvolvem em espermatogônias tipo B, progridem para pró-leptóteno, seguido por espermátócitos primários em leptóteno. No compartimento apical acontece a espermatocitogênese, onde os espermátócitos primários passam pelos estágios de zigóteno, paquíteno, e diplóteno, para espermátócitos secundários, e então espermátides haploides (Durairajanayagam et al., 2015). Ocorre então o alongamento dessas espermátides e essas sofrem o processo de espermiogênese onde ocorre a condensação da cromatina formando os espermatozoides. Posteriormente no processo de espermição o espermeatozoide é liberado no lúmen do túbulo seminífero (Garner e Hafez, 2004).

O espermatozoide deixa o túbulo seminífero através da rede testis em direção ao epidídimo. Durante o trajeto pelo epidídimo o espermatozoide passará pelo processo de maturação e será então armazenado. Após o armazenamento na cauda do epidídimo esses espermatozoides estão completamente maduros, com capacidade fecundante e motilidade (Durairajanayagam et al., 2015), ou seja, encontram-se prontos para realizarem a fecundação de um ovócito.

## 4.2. Estresse térmico

Estresse é a resposta do organismo a qualquer alteração ambiental, na tentativa de manter a homeostasia, no caso de estresse térmico, conseguir realizar a termorregulação (Fuquay, 1981).

West (1999) define estresse térmico como a inabilidade do animal em dissipar calor para manter sua homeotermia. Quando um animal homeotermo é exposto ao estresse pelo calor, inicialmente ocorre uma vasodilatação para que ocorra o aumento do fluxo sanguíneo na pele e nos membros, isso faz com que ocorra uma maior perda de calor por irradiação e convecção. Se essa vasodilatação for insuficiente para manter a temperatura normal, aumenta-se o resfriamento por evaporação, pela sudorese, pelo aumento da frequência respiratória, ou por ambos. O resfriamento por evaporação é a única forma de perda de calor disponível quando a temperatura ambiente excede a temperatura da pele (Robinson, 2004).

Segundo Scholtz et al. (2013) o animal se encontra em condição de estresse térmico quando a temperatura corporal está acima da faixa da temperatura normal. Sendo a temperatura corporal o resultado da produção de calor total, tanto o calor produzido pelo animal como o calor ambiental, menos a capacidade desse animal em dissipar esse calor.

Quando a umidade relativa do ar e a temperatura ultrapassam a zona de conforto térmico levam a uma dificuldade em dissipar calor, com conseguinte aumento da temperatura retal, e efeito negativo sobre o desempenho (Ferreira et al., 2006). A zona de conforto térmico varia entre espécies, raças e até entre indivíduos, e compreende a faixa entre a temperatura baixa crítica e a temperatura alta crítica, onde o animal utiliza minimamente de mecanismos de termorregulação para manter a homeotermia (Nääs, 1986). Levando isso em conta, o índice de temperatura e umidade (ITU) tem sido utilizado para avaliar o efeito do ambiente sobre o animal (West, 1999). O ITU leva em conta a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar e indica através de um número, a possibilidade do animal estar na zona de estresse térmico, onde ITU entre 70 e 74 caracteriza a faixa de alerta, entre 74 e 79 a faixa de perigo e entre 79 e 84 a faixa de emergência (Mader et al., 2006).

Em bovinos termicamente estressados é notado aumento dos valores de hematócrito, hemoglobina e eritrócitos. Essa hemoconcentração ocorre devido a perda de líquidos corporais, causado pelo aumento da sudorese e frequência respiratória, mecanismos usados pelo organismo na tentativa de manter a temperatura dentro dos parâmetros fisiológicos (Srikandakumar e Johnson, 2004). Entretanto, segundo Herz e Steinhaut (1978) apud Delfino et al. (2012) os animais que sofrem com estresse térmico prolongado tendem a apresentar uma

queda no hematócrito e não o aumento do mesmo.

Ferreira et al. (2009) notaram que esses parâmetros hemáticos se encontram aumentados no verão quando comparados ao inverno, pelo simples fato do verão apresentar temperaturas mais altas, levando ao aumento da temperatura corporal, com conseguinte utilização da evapotranspiração e taquipneia.

Na tentativa de aumentar a perda de calor e manter a homeotermia, as primeiras reações do organismo são aumentar a frequência respiratória, diminuir o consumo de alimentos e aumentar a ingestão de água (Bonsma, 1983; Silva, 2000). Esse aumento na taxa de ofegação pode resultar em alcalose respiratória e acidose metabólica (Kadzere et al., 2002). Outras alterações são o aumento do fluxo sanguíneo periférico, a diminuição na taxa do metabolismo e alteração no metabolismo de água (West, 1999).

Além dos fatores ambientais, a resposta do animal ao estresse térmico vai depender da raça, do tamanho corporal, nível de produção e o grau de exposição ao fator estressante. O estresse passa por três fases, são elas, 1) o reconhecimento da ameaça a homeostasia ou ao bem-estar, 2) a resposta ao estresse 3) e as consequências desse estresse (Scholtz et al., 2013).

Os bovinos são mais susceptíveis ao estresse térmico do que outros ruminantes, devido a maior taxa metabólica e a baixa capacidade de retenção de água pelos rins e intestinos (Bernabucci et al., 2010).

Sendo assim a escolha de raças adaptadas ao clima tropical, que sofram menos os efeitos do estresse térmico, conseqüentemente apresentando menor queda na produção devido ao calor, é uma questão séria a ser observada na pecuária nacional. Visto que fatores como radiação solar, umidade do ar, temperatura ambiente e vento tem efeito direto sobre a produção animal (Scholtz et al., 2013).

### **4.3. Adaptação climática**

A adaptação de um animal pode ser definida como a habilidade de sobreviver e se reproduzir em determinado ambiente (Prayaga e Henshall, 2005).

Análises de DNA mitocondrial mostram que a divergência entre taurinos e zebuínos ocorreu entre 110.000 e 850.000 anos atrás (Hansen, 2004). Climas quentes, áridos e com escassez de chuvas normalmente dificultam o crescimento contínuo de plantas usadas na alimentação e na proteção do sol. Estas características ambientais podem ter contribuído para a evolução das raças zebuínas, levando a um desenvolvimento morfológico, fisiológico e celular, aumentando por vez a adaptação dessas raças (Finch, 1986; Hansen, 2004). Já

taurinos se desenvolveram em climas mais temperados, e por isso quando submetidos a altas temperaturas, podem não apresentar os mecanismos adequados de proteção contra o calor. (Landaeta- Hernández et al., 2011).

Alguns dos mecanismos desenvolvidos pelas raças zebuínas para aumentar a eficiência na termorregulação incluem maior relação superfície de pele/massa, maior pigmentação da pele, pelos mais curtos, pelagem mais clara, glândulas sudoríparas maiores e em maior número, e maior vascularização da pele (Landaeta-Hernández et al., 2011; Riley et al., 2012). Adicionalmente, a espessura do pelame e o peso do pelo por unidade de área superficial são fatores importantes para a perda de calor não evaporativo. O zebuíno tem pelos mais curtos e mais claros quando comparados aos taurinos durante todas as estações do ano (Berman, 2011). Entretanto, é importante notar que apesar de toda a superior adaptação na termorregulação, as raças zebuínas não estão livres dos efeitos negativos do estresse térmico, e podem ter o bem-estar comprometido em temperaturas elevadas (Srikandakumar e Johnson, 2004).

Raças adaptadas ao clima tropical, normalmente possuem origem Indiana, e essas são menos produtivas que bovinos taurinos europeus em condições favoráveis (Frisch e Vercoe, 1977; Frisch e Vercoe, 1984). Entretanto elas conseguem se manter mais facilmente em condições com poucos insumos, presença de parasitas, doenças tropicais e altas temperaturas (Davis, 1993; Menjo et al., 2009; Ghis et al., 2012). Contudo, segundo Scholtz et al. (2013) existem raças taurinas na África, América Latina e Caribe, que são adaptadas aos climas tropicais, assim como zebuínos, assim essas raças ou raças compostas derivadas dessas podem eventualmente substituir taurinos menos adaptados em ambientes com temperatura mais elevada.

No Brasil, por exemplo, existem raças de origem taurina, conhecidos como localmente adaptadas. São oriundas das raças introduzidas no Brasil na época da colonização e que passaram por séculos de seleção natural. Essas raças adquiriram características adaptativas relacionadas a resistência ao calor, ectoparasitas e a baixa qualidade de pastagens. Dentre elas, podemos citar, o bovino Pantaneiro, o Curraleiro Pé- Duro e Crioulo Lageano (Egito, 2002; Mariante et al., 2008).

Cardoso et al. (2016) trabalhando com bovinos localmente adaptados do Brasil, utilizando câmeras infravermelhas como ferramenta para avaliação do estresse térmico observaram que a raça Curraleiro Pé-Duro apresenta menor temperatura de superfície corporal quando comparados com as raças Pantaneira e Nelore. Ainda segundo estes autores a maior temperatura retal e da axila, tanto pela manhã quando pela tarde em nelores, a maior

temperatura na área do corpo na raça Pantaneira e a maior frequência respiratória na Curraleira Pé-Duro pode indicar diferentes meios de perda de calor entre as raças.

Scholtz et al. (2013) conclui que a melhor maneira de diminuir os efeitos de fatores estressantes (alta temperatura, parasitas, baixa qualidade de pastagem, etc.) e aumentar a produtividade visando o bem-estar animal é a utilização de raças já adaptadas e produtivas na presença desses fatores.

#### **4.4. Estresse térmico e reprodução**

Segundo Hansen (2009) o estresse térmico pode levar a interrupção dos processos reprodutivos por dois mecanismos. O primeiro, seria as mudanças na cinética da homeostasia para regular a temperatura corporal, como por exemplo a mudança no fluxo sanguíneo do corpo, indo em direção a periferia para aumentar a perda de calor. Outro mecanismo de controle cinético da homeostasia é a redução da ingestão de alimentos, essa menor ingestão de alimentos reduz a produção de calor metabólico, mas também pode levar a mudanças no balanço energético e nutricional, que podem ter efeito sobre a ciclicidade, o estabelecimento da gestação e o desenvolvimento fetal, no caso de fêmeas.

A formação das células espermáticas pode ser afetada pelo aumento da temperatura testicular (Gabaldi e Wolf, 2002), levando a um decréscimo tanto da produção espermática como da qualidade seminal (Casady et al., 1953).

Wang et al. (1997) afirmam que o aumento de 1°C na temperatura testicular leva a uma queda de 14% da espermatogênese, afetando assim a produção espermática.

Dentre as principais características afetadas pelo aumento da temperatura ambiental e consequente aumento da temperatura testicular estão a redução da motilidade espermática e o aumento no número de espermatozoides anormais. Sugerindo uma queda na capacidade de fertilização (Soares e Guerra, 2009).

Segundo Brasil et al. (2000), animais mesmo em bom estado nutricional podem não alcançar totalmente o seu potencial reprodutivo devido a períodos de desconforto térmico, como períodos de menor precipitação pluviométrico.

O aumento da temperatura escrotal leva a uma atrofia das células germinativas, interrupção na atividade mitótica das espermatogônias (Munkelwitz e Gilbert, 1998) e um decréscimo nos níveis de inibina B (Jensen et al., 1997), o que afeta negativamente a concentração espermática (Hjollund et al., 2002).



Segundo Shiraishi et al. (2012) as células germinativas são as mais vulneráveis ao aumento da temperatura testicular, devido a seu alto poder mitótico. Os mecanismos básicos que causam danos as células geminativas são apoptose (Lue et al., 1999, 2002; Yin et al., 1997) e autofagia (Eisenberg-Lerner et al., 2009; Zhang et al., 2012), dano ao DNA devido a quebra da fita e sinapses alteradas (Shikone et al., 1994; Yin et al., 1997) e geração de espécies reativas de oxigênio (Ahotupa and Huhtaniemi, 1992; Ikeda et al., 1999; Peltola et al., 1995).

Em ratos, as células presentes no epidídimo no momento do estresse, também podem apresentar danos ao DNA, diminuição na viabilidade, motilidade e concentração (Perez-Crespo et a., 2008), além de danos a membrana (Wechalekar et al., 2010). Entretanto, o maior causador de danos as células espermáticas em casos de aumento de temperatura é o estresse oxidativo, que causa apoptose celular e quebra na fita de DNA (Pérez-Crespo et al. 2008; Paul et al. 2008, 2009).

Há indícios de que a capacidade de desenvolvimento fetal é reduzida em embriões fecundados com espermatozoides de animais que passaram por estresse térmico (Hansen, 2009). A produção de embriões *in vitro* realizada com espermatozoides de ratos que tiveram temperatura escrotal em torno de 42 °C resultaram em embriões com habilidade reduzida para completar o desenvolvimento (Paul et al., 2008). E fêmeas cobertas por machos com insulação escrotal apresentaram fetos com menor tamanho e placenta mais leves que o as do grupo controle (Jannes et al. 1998; Paul et al. 2008 ).

Alguns autores sugerem que as características seminais não são afetadas imediatamente por mudanças na temperatura testicular, porque as células espermáticas afetadas só estarão presentes no ejaculado após algum tempo. Em bovinos as alterações seminais são observadas duas semanas após a exposição ao estresse térmico, retornando aos parâmetros normais 8 semanas após o término da exposição ao aumento de temperatura (Hansen, 2009).

Teixeira et al. (2011) trabalhando com touros Curraleiros Pé- Duro e Moreira et al. (2016) trabalhando com touros Pantaneiros na região Centro-Oeste do Brasil, observaram queda na qualidade seminal, baseando-se no aumento de defeitos menores presentes no sêmen congelado desses animais na estação mais chuvosa do ano.

Além das caraterísticas espermáticas, o testículo pode ser fisicamente afetado, como observado por Sailer et al. (1997) que descrevem uma diminuição no peso testicular causado pelo aumento da temperatura dos testículos. Logo, os efeitos negativos das altas temperaturas

sobre a produção e reprodução podem levar a subfertilidade, ou a infertilidade temporária ou permanente (Tusell et al., 2011) de machos de diversas espécies.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahotupa, M.; Huhtaniemi, I. Impaired detoxification of reactive oxygen and consequent oxidative stress in experimentally cryptorchid rat testis. **Biology of Reproduction**. v. 46, p. 1114– 1118, 1992.

Berman, A. Invited review: Are adaptations present to support dairy cattle productivity in warm climates?. **Journal of Dairy Science**. v. 94, p. 2147– 2158, 2011.

Bernabucci, U.; Lacetera, N.; Baumgard, L. H.; Rhoads, R. P.; Ronchi, B.; Nardone, A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. **Animal**. v. 4 , p. 1167-1183, 2010.

Bianchini, E.; Mcmanus, C.; Lucci, C. M. et al. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.9, p.1443-1448, 2006.

Bonsma, J.C. **Man must measure: Livestock production**. Agi Books, Cody, 1983.

Brasil, L. H. A.; Wechesler, F. S.; Baccari Junior, F.; Gonçalves, H. C.; Bonassi, I. A. Efeitos do Estresse Térmico Sobre a Produção, Composição Química do Leite e Respostas Termorreguladoras de Cabras da Raça Alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 29, p. 1632-1641, 2000.

Brito, L. F. C.; Silva, A. E. D. F.; Barbosa, R. T.; Kastelic, J. P. Testicular thermoregulation in *Bos indicus*, crossbred and *Bos taurus* bulls: relationship with scrotal, testicular vascular cone and testicular morphology, and effects on semen quality and sperm production. **Theriogenology**. v. 61, p. 511-528, 2004.

Campos, B. M.; Carmo, A. S.; Egito, A. A.; Mariante, A. S.; Albuquerque, M. S. M.; Gouveia, J. J. S.; Malhado, C. H. M.; Verardo, L. L.; Silva, M. V. G. B.; Carneiro, P. L. S. Genetic diversity, population structure, and correlations between locally adapted zebu and taurine breeds in Brazil using SNP markers. **Tropical Animal Health and Production**. v.49, p. 1677-1684, 2017.

Cardoso, C. C.; Lima, F. C.; Fioravanti, M. C. S.; Egito, A. A.; Paula E Silva, F. C.; Tanure, C. B.; Peripolli, V.; Mcmanus, C. Heat Tolerance in Curraleiro Pe-Duro, Pantaneiro and Nelore Cattle Using Thermographic Images . **Animals**. v. 6, n. 9, p. 1-11, 2016.

- Casady, R. B., Myers, R. M., Legates, J. E. The effect of exposure to high ambient temperature on spermatogenesis in the dairy bull. **Journal of Dairy Science**. v.36, p.14–23, 1953.
- Durairajanayagam, D.; Agarwal, A.; Ong, C. Causes, effects and molecular mechanisms of testicular heat stress. **Reproductive BioMedicine Online**. v. 30, p. 14–27, 2015.
- Davis, G. P. Genetic parameters for tropical beef cattle in northern Australia: a review. **Australian Journal of Agricultural Research**. v. 44, p. 179–198, 1993.
- Delfino, L. J. B.; Souza, B. B.; Silva, W. W. Efeito do estresse calórico sobre o eritrograma de ruminantes. **Agropecuária Científica no Semiárido**. v.8, p.1-7, 2012.
- De Rensis, F.; Scaramuzzi, R. J. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow—A review. **Theriogenology**. v. 60, p. 139–1151, 2003.
- Egito, A. A.; Mariante, A. S.; Albuquerque, M. S. M. Programa Brasileiro de Conservação de Recursos Genéticos Animais. **Archivos de zootecnia**. v. 51, p. 39-52, 2002.
- Eisenberg-Lerner, A.; Bialik, S.; Simon, H.U.; Kimchi, A. Life and death partners: apoptosis, autophagy and the cross-talk between them. **Cell Death and Differentiation**. v. 16, p. 966–975, 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.
- 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.
- Finch, V. A. 1986. Body temperature in beef cattle: Its control and relevance to production in the tropics. **Journal of Animal Science**. v. 62, p. 531–542, 1986.
- Frisch, J. E.; Vercoe, J. E. Food intake, eating rate, weight gains, metabolic-rate and efficiency of feed utilization in *Bos taurus* and *Bos indicus* crossbred cattle. **Animal Production**. v. 25, p. 343–358, 1977.
- Frisch, J. E.; Vercoe, J. E. An analysis of growth of different cattle genotypes reared in different environments. **Journal of Agricultural Science**. v. 103, p. 137–153, 1984.
- Fuerst-Waltl, B.; Schwarzenbacher, H.; Perner, C.; Sölkner, J. Effects of age and environmental factors on semen production and semen quality of Austrian Simmental bulls. **Animal Reproduction Science**, v. 95, p. 27-37, 2006.
- Fuquay J. W. Heat stress as it affects animal production. **Journal of Animal Science**. v.52, p.164-172, 1981.

Gabaldi, S. H.; Wolf, A. A importância da termorregulação testicular na qualidade do sêmen em touros. **Ciências Agrárias e Saúde**. FEA, Andradina, v. 2, n. 2, jul-dez, p. 66-70, 2002.

Garner, D. L.; Hafez, E. S. E. Espermatozoides e plasma seminal. In: Hafez, E. S. E.; Hafez, B. **Reprodução Animal**. 7º Edição, Barueri, Editora Manole Ltda, p. 97-110, 2004.

Glad Sorensen, H., Lambrechtsen, J., Einer-Jensen, N. Efficiency of the countercurrent transfer of heat and <sup>133</sup>Xenon between the pampiniform plexus and testicular artery of the bull under in-vitro conditions. **International Journal of Andrology**. v. 14, p. 232–240, 1991.

Guis, H.; Caminade, C.; Calvete, C.; Morse, A. P.; Tran, A.; Baylis, M. Modelling the effects of past and future climate on the risk of bluetongue emergence in Europe. **Journal of the Royal Society Interface**. v. 9, p. 339–350, 2012.

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

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

Hjollund, N.H.; Storgaard, L.; Ernst, E.; Bonde, J.P.; Olsen, J. Impact of diurnal scrotal temperature on semen quality. **Reproductive Toxicology**. v.16, p. 215–221, 2002.

Ikeda, M.; Kodama, H.; Fukuda, J.; Shimizu, Y.; Murata, M.; Kumagai, J.; Tanaka, T. Role of radical oxygen species in rat testicular germ cell apoptosis induced by heat stress. **Biology of Reproduction**. v. 61, p. 393–399, 1999.

IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal**. 2015. Sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=> >. Acesso em: 13/09/2017.

Asbia. Index Asbia Mercado 2014. Disponível em: <<http://asbia.org.br/novo/upload/mercado/index2014.pdf>>. Acesso em 17/09/2017.

Jensen, T .K.; Andersson, A.M.; Hjollund, N.H.; Scheike, T .; Kolstad, H.; Giwercman, A.; Henriksen, T .B.; Ernst, E.; Bonde, J.P .; Olsen, J.; Mcneilly, A.; Groome, N.P.; Skakkebaek, N.E. Inhibin B as a serum marker of spermatogenesis: correlation to differences in sperm concentration and follicle-stimulating hormone levels. A study of 349 Danish men. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**. v. 82, p. 4059–4063, 1997.

Kadzere, C. T.; Murphy, M. R.; Silanikove, N.; Maltz, E. Heat stress in lactating dairy cows: A review. **Livestock Production Science**. v. 77, p. 59-91, 2002.

Kashyap, N.; Kumar, P.; Deshmukh, B.; Bhat, S.; Kumar, A.; Chauhan, A.; Bhushan, B.; Singh, G.; Sharma, D. Association of *ATPIA1* gene polymorphism with thermotolerance in Tharparkar and Vrindavani cattle. **Veterinary World**. v. 8, p. 892- 897, 2015.

Kastelic, J. P.; Cook, R. B.; Coulter, G. H.; Saacke, R. G. Insulating the scrotal neck affects semen quality and scrotal/testicular temperatures in the bull. **Theriogenology**. V. 45, p.935–942, 1996.

Landaeta-Hernández, A., Zambrano-Nava, S.; Hernández-Fonseca, J. P.; Godoy, R.; Calles, M.; Irigorri, J.L.; Añez, L.; Polanco, M.; Montero-Urdaneta, M.; Olson, T. Variability of hair coat and skin traits as related to adaptation in Criollo Limonero cattle. **Tropical Animal Health and Production**. v. 43, p. 657–663, 2011.

Lue, Y.H.; Hikim, A.P.; Swerdloff, R.S.; Im, P.; Taing, K.S.; Bui, T.; Leung, A.; Wang, C. Single exposure to heat induces stage-specific germ cell apoptosis in rats: role of intratesticular testosterone on stage specificity. **Endocrinology**. v. 140, p. 1709–1717, 1999.

Lue, Y.H.; Lasley, B.L.; Laughlin, L.S.; Swerdloff, R.S.; Hikim, A.P.; Leung, A.; Overstreet, J.W.; Wang, C. Mild testicular hyperthermia induces profound transitional spermatogenic suppression through increased germ cell apoptosis in adult cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). **Journal of Andrology**. v. 23, p. 799–805, 2002.

Mader, T. L.; Davis, M. S.; Brown-Brandl, T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**. v. 84, p. 712–719, 2006.

Mariante, A. S.; Egito, A. A.; Albuquerque, M. S. M.; Paiva, S. R.; Ramos, A. F. Managing genetic diversity and society needs. **Revista Brasileira Zootecnia**. v.37, p.127-136, 2008.

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

Menjo, D.; Bebe, B.; Okeyo, A.; Ojango, J. Analysis of early survival of Holstein-Friesian heifers of diverse sire origins on commercial dairy farms in Kenya. **Tropical Animal Health and Production**. v. 41, p. 171–181, 2009.

Meyer, D.J.; Harvey, J.W. Laboratory medicine testing: specimen interferences and clinical enzymology. In: **Veterinary laboratory medicine: interpretation and diagnosis**. Philadelphia: Saunders, 1998. Cap.1, p.3-21.

Moreira, N. H.; Barbosa, E. A.; Nascimento, N. V.; Juliano, R. S.; Abreu, U. G. P.; Ramos, A. F. Influência sazonal sobre o perfil seminal e congelabilidade do sêmen de touros Pantaneiros. **Ciência Animal Brasileira**. v.17, n.1, p. 60-69, 2016.

Munkelwitz, R.; Gilbert, B.R. Are boxer shorts really better? A critical analysis of the role of underwear type in male subfertility. *Journal of Urology*. v. 160, p. 1329–1333, 1998.

NÄÄS, I.A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. Ícone, São Paulo, 1989.

Paul, C., Murray, A.A., Spears, N., Saunders, P.T. A single, mild, transient scrotal heat stress causes DNA damage, subfertility and impairs formation of blastocysts in mice. **Reproduction**. v. 136, p. 73–84, 2008.

Paul, C., Teng, S., Saunders, P.T., 2009. A single, mild, transient scrotal heat stress causes

hypoxia and oxidative stress in mouse testes, which induces germ cell death. **Biology of Reproduction**. v. 80, p. 913–919, 2009.

Peltola, V.; Huhtaniemi, I.; Ahotupa, M. Abdominal position of the rat testis is associated with high level of lipid peroxidation. **Biology of Reproduction**. v. 53, p. 1146–1150, 1995.

Perez-Crespo, M., Pintado, B., Gutierrez-Adan, A. Scrotal heat stress effects on sperm viability, sperm DNA integrity, and the offspring sex ratio in mice. **Molecular and Reproduction Development**. v. 75, p. 40–47, 2008.

Porto-Neto, L. R.; Reverter, A.; Prayaga, K. C.; Chan, E. K. F.; Johnston, D. J.; Hawken, R. J.; Fordyce, G.; Garcia, J. F.; Sonstegard, T. S.; Bolormaa, S.; Goddard, M. E.; Burrow, H. M.; Henshall, J. M.; Lehnert, S. A.; Barendse, W. The Genetic Architecture of Climatic Adaptation of Tropical Cattle. **Plos One**. v. 9, p. 1–22, 2014.

Prayaga, K.C.; Henshall, J.M. Adaptability in tropical beef cattle: Genetic parameters of growth, adaptive and temperament traits in a crossbred population. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v. 4, p. 971–983, 2005.

Riley, D. G.; Chase, C.C.; Coleman, S. W.; Olson, T. A. Genetic assessment of rectal temperature and coat score in Brahman, Angus, and Romosinuano crossbred and straightbred cows and calves under subtropical summer conditions. **Livestock Science**. v. 148 p.109–118. 2012.

Robinson, N. E. **Homeostase – Termorregulação**. In: Cunningham JG. Tratado de fisiologia veterinária. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.550-560, 2004.

Sailer, B. L.; Sarkar, L. J.; Bjordahl, J. A.; Jost, L. K.; Evenson, D.P. Effects of heat stress on mouse testicular cells and sperm chromatin structure. **Journal of Andrology**. v. 18, p. 294–301, 1997.

Scholtz, M. M.; Mcmanus, C.; Leeuw, K-J.; Louvandini, H.; Seixas, L.; De Melo, C. B.; Theunissen, A.; Naser, F. W. C. The effect of global warming on beef production in developing countries of the southern hemisphere. **Natural Science**. v. 5, p. 106-119, 2013.

Shikone, T.; Billig, H.; Hsueh, A.J. Experimentally induced cryptorchidism increases apoptosis in rat testis. **Biology of Reproduction**. v. 51, p. 865–872, 1994.

Shiraishi, K.; Matsuyama, H.; Takihara, H. Pathophysiology of varicocele in male infertility in the era of assisted reproductive technology. **International Journal of Urology**. v. 19, p. 538–550, 2012.

Silva, R.G. **Introdução a bioclimatologia animal**. Sao Paulo, 2000.

Soares, A. T.; Guerra, M. M. P. Efeitos da criopreservação sobre a viabilidade espermática. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**. v.3, n.2, p.53-63, 2009.

Srikandakumar, A.; Johnson, E.H. 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 Production**. v.36, p.685-692, 2004.

Taylor, J.F., Bean, B., Marshall, C.E., Sullivan, J.J. Genetic and environmental components of semen production traits of artificial insemination Holstein bulls. **Journal of Dairy Science**. v. 68, p. 2703–2722, 1985.

Teixeira, H. C. A.; Nascimento, N. V.; Mcmanus, C.; Egito, A. A.; Mariante, A. S.; Ramos, A. F. Seasonal influence on sêmen traits and freezability from locally adapted Curraleiro Bulls. **Animal Reproduction Science**. v. 125, p. 56-61, 2011.

Tusell, L.; David, I.; Bodin, L.; Legarra, A.; Rafel, O.; López-Bejar, M.; Piles, M. Using the product threshold model for estimating separately the effect of temperature on male and female fertility. **Journal of Animal Science**. v. 89, p. 3983–3995, 2011.

Wang, C.; Mcdonald, V.; Leung, A.; Superlano, L.; Berman, N.; Hull, L.; Swerdloff, R.S. Effect of increased scrotal temperature on sperm production in normal men. **Fertility and Sterility**. v. 68, p. 334– 339, 1997.

Wechalekar, H.; Setchell, B.P.; Peirce, E.J.; Ricci, M.; Leigh, C.; Breed, W.G. Whole-body heat exposure induces membrane changes in spermatozoa from the cauda epididymidis of laboratory mice. **Asian Journal of Andrology**. v. 12, p. 591– 598, 2010.

West, J. W. Nutritional strategies for managing the heat stressed dairy cow. **Journal of Animal Science**. v. 77, p.21-35, 1999.

Yin, Y.; Hawkins, K.L.; Dewolf, W.C.; Morgentaler, A. Heat stress causes testicular germ cell apoptosis in adult mice. **Journal of Andrology**. v. 18, p. 159–165, 1997.

Zhang, M.; Jiang, M.; Bi, Y.; Zhu, H.; Zhou, Z.; Sha, J. Autophagy and apoptosis act as partners to induce germ cell death after heat stress in mice. **Plos One**. v. 7, e41412, 2012.



## **CAPÍTULO 2**

### **CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE TOUROS DE RAÇAS LOCALMENTE ADAPTADAS SUBMETIDOS A PRESENÇA E AUSÊNCIA DE SOMBRA NO CENTRO-OESTE DO BRASIL**

## 1. RESUMO

Altas temperaturas ambientais podem causar estresse térmico em animais de produção, e alguns parâmetros fisiológicos podem ser mensurados para avaliar esse estresse. Visando analisar a presença de estresse térmico, touros de três raças localmente adaptadas: Crioulo Lageano, Curraleiro Pé-Duro e Pantaneiro, e também o Nelore foram submetidos a presença ou ausência de sombra, e avaliados mensalmente no período matutino e vespertino, para parâmetros fisiológicos durante o verão na região Centro- Oeste do Brasil. Apesar de apresentarem leucograma (leucócitos, neutrófilos e monócitos) e frequência respiratória (FR) um pouco acima da faixa esperada para a espécie, não houve diferença significativa, entre as raças, tratamentos e períodos. Apesar das altas temperaturas e umidade relativa do ar presentes na região, as raças estudadas não parecem sofrer efeito do estresse térmico na região. Demonstrando a tolerância das raças taurinas localmente adaptadas, as altas temperaturas presentes no país.

**Palavras chave:** Bovino, conservação, estresse, hemograma, parâmetros fisiológicos.

## 2. ABSTRACT

It is known that high ambient temperatures can cause heat stress in farm animals, and some parameters can be measured to assess this stress. Trying to analyze the presence of heat stress, bulls of three locally adapted breeds: Crioulo Lageano, Curraleiro Pé-Duro and Pantaneiro, and also the Nelore were submitted to the presence or absence of shade, and evaluated monthly in the morning and afternoon periods for physiological parameters, during the summer in Central-West region of Brazil. Although leukocytes (leukocytes, neutrophils and monocytes) and respiratory rate (RR) were slightly above the range expected for the species, there were no significant differences between breeds, treatments and periods. Despite the high temperatures and relative air humidity present in the region, the studied breeds do not seem to suffer from the effect of thermal stress in the region. Demonstrating the tolerance of locally adapted breeds to the high temperatures present in the country.

**Keywords:** bovine, conservation, stress, hemogram, physiological parameters.

### 3. INTRODUÇÃO

Dois terços do território brasileiro se encontra na faixa tropical do planeta. Essa faixa é caracterizada por elevadas temperaturas devido a alta incidência de radiação solar nessa região (Pires et al., 2000 apud Silva et al., 2005).

Para manter sua homeotermia o animal precisa estar em equilíbrio térmico com o ambiente em que vive, o que depende de fatores como a temperatura ambiental, a umidade relativa do ar, a radiação e o vento. A troca de calor necessária para a manutenção da homeotermia acontece por radiação, condução, convecção e evaporação, e vai depender das condições ambientais (Blackshaw e Blackshaw, 1994).

Quando há um aumento na temperatura ambiental o animal utiliza de alguns artifícios para tentar manter sua temperatura corporal dentro dos limites, dentre eles o aumento da frequência respiratória, o aumento no consumo de água (Mallonee et al, 1985, Brown- Brandl et al., 2003), a diminuição na ingestão de alimentos (Warren et al., 1974, Brown- Brandl et al., 2003), e a diminuição na taxa de ruminação e da motilidade ruminal e intestinal (Attebery e Johnson, 1969).

Para saber se o animal se encontra em condições de estresse térmico usamos o índice temperatura umidade (ITU). Quando este se encontra aumentado deve-se dobrar a atenção com o bem-estar animal (Thom, 1959; Mader et al., 2006). Vários outros parâmetros podem ser utilizados nessa avaliação, como: frequência respiratória, temperatura retal, avaliação da ingestão de alimentos (Brown-Brandl et al. 2003; 2005) e ainda alguns parâmetros sanguíneos (Paes et al., 2000).

Animais em condições estressantes podem apresentar menor desenvolvimento e menor produção leiteira (Bernabucci et al. 2010), ou seja, o excesso de calor causa uma redução na produtividade animal, levando também a perdas econômicas.

Segundo Gaughan et al. (2000), diferentes raças nativas, tem diferentes hábitos de pastejo durante o verão na região mediterrânea. Raças menores continuam comendo sob o sol por

mais tempo, mesmo mostrando um aumento na frequência respiratória. Isso suporta a ideia de que as formas de perda de calor evaporativo, tem diferente importância entre raças.

Logo, animais que estejam mais adaptados a climas quentes, apresentam melhor desempenho em regiões de clima tropical, como é o caso do Brasil e por esse motivo raças melhores adaptadas devem ser escolhidas para a produção nessas regiões.

Objetivou-se nesse trabalho avaliar os parâmetros fisiológicos relacionados ao estresse térmico em bovinos de raças localmente adaptadas submetidas ou não a presença de sombra, na região Centro-Oeste do Brasil.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Local do Experimento e animais experimentais

Foram avaliados 20 touros com idade entre 4-6 anos, em bom estado sanitário, pertencentes a 4 raças distintas: Criolo Lageana (CL) (n=5), Curraleiro Pé-duro (Cur) (n=5), Pantaneiro (Pant) (n=5) e Nelore (Nel) (n=5).

O Experimento foi realizado de janeiro a abril de 2014 no Setor de Campo Experimental Fazenda Sucupira, pertencente a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, localizado a sudoeste de Brasília-DF (15°52'-15°56'S 48°00'-48°02'O), com altitudes entre 1050 a 1250 m. O clima apresenta inverno seco e verão chuvoso. O campo experimental tem área total de 1.763,118 ha.

Os animais foram mantidos em regime de confinamento, recebendo alimentação a base de feno de Tifton e silagem de milho, fornecidas duas vezes ao dia e água e mineralização *ad libitum*.

Foram divididos em lotes com 4 animais, sendo um de cada raça por lote, onde três lotes permaneceram sem acesso a sombra e dois lotes tiveram acesso a 25m<sup>2</sup> de sombra por animal fornecidas por sombrite 90%.

Todos os procedimentos descritos no trabalho foram aprovados pela Comissão de Ética e Bem-Estar Animal da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Protocolo CEUA/Cenargen 006-2013.

### 4.2. Dados Climáticos

As informações climáticas foram coletadas nos dias das coletas dos parâmetros fisiológicos (três dias consecutivos) de dois termo-higrômetros colocados, na sombra e no sol, fornecendo assim a temperatura máxima, mínima e média e umidade máxima, mínima e média encontrada na sombra e no sol.

O índice temperatura umidade (ITU) foi calculado usando-se a equação descrita por Thom (1959), onde:

$$ITU = 0,8x T + UR (T - 14,4) + 46,4$$

onde T = temperatura no termo higrômetro (°C) e UR = umidade relativa do ar na forma decimal.

### **4.3. Dados Fisiológicos**

Os animais foram avaliados mensalmente ( durante três dias consecutivos, onde 8 animais eram avaliados no primeiro dia, 8 animais no segundo e 4 animais no terceiro dia) para observação dos parâmetros fisiológicos e colheita de sangue no período matutino e vespertino.

A frequência respiratória (FR) foi aferida contando-se os movimentos torácicos durante 30 segundos e multiplicando-os por 2 para obtenção da FR/min. A frequência cardíaca (FC) foi aferida com estetoscópio colocado ao lado esquerdo na porção torácica e contando-se os batimentos cardíacos por 30 segundos, multiplicando-os por 2, fornecendo assim FC/min. A temperatura retal foi aferida utilizando-se um termômetro digital inserido no reto do animal por 2 min.

Foi realizada venopunção da veia jugular pela manhã e pela tarde em tubos contendo EDTA. O material foi encaminhado para o laboratório multiusuário da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás- UFG, e os hemogramas foram realizados com o auxílio de um analisador hematológico automático (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics CO., LTDA).

Todas as características fisiológicas e coletas de sangue foram realizadas no período com temperaturas mais amenas do dia (8:00h) e no período com temperaturas mais elevadas (14:00h).

### **4.4. Fotos térmicas**

As fotos térmicas foram realizadas com um modelo de câmera FLIR T420 . Os animais foram fotografados pela manhã e pela tarde lateralmente a uma distância de 2 metros, para mensuração da temperatura de superfície corporal.

Para essa avaliação usou-se o software FLIR TOOLS e os dados de emissividade e temperatura de reflexão foram constantes para todas as análises térmicas (0.98 e 20 °C, respectivamente).

#### **4.5. Análise Estatística**

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (4x2x2), sendo quatro raças bovinas (Crioulo Lageano, Curraleiro Pé- Duro, Pantaneiro e Nelore), dois tratamentos (sol e sombra) e dois períodos (manhã e tarde). Os dados foram analisados com o auxílio do pacote estatístico SAS (v.9.3, SAS Inc., Cary, NC, USA). Foi utilizado o modelo linear generalizado (GLM) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Diferenças significativas foram consideradas quando  $P \leq 0,05$ .



## 5. RESULTADOS

Os resultados de temperatura, umidade e ITU estão apresentados na Tabela 1. É possível observar que o ITU se encontra entre 70 e 74 tanto na sombra quanto no sol em todas as coletas.

Não houve efeito do sombreamento sobre a frequência respiratória (FR) nas diferentes raças ( $P>0,05$ ). Entretanto, os animais de todas as raças apresentaram FR acima dos limites descritos como normais na literatura no período vespertino (Tabela 2).

A temperatura retal (TR) foi semelhante entre as raças ( $P>0,05$ ), tanto no período matutino quanto no período vespertino, e a TR não ultrapassou  $39,5^{\circ}\text{C}$ , resultados dentro da normalidade para a espécie (Robinson, 1999).

A frequência cardíaca (FC) foi semelhante para todos os grupos e se encontrava aumentada em quase todas as coletas. O aumento da FC não foi observado no período matutino na coleta D83 em todas as raças do grupo sombra, na mesma coleta não houve aumento para os animais Pantaneiros do grupo Sol no período matutino e no Crioulo Lageano grupo Sol no período vespertino. FC também dentro dos parâmetros normais para os animais CL e Pant do grupo sombra, no período matutino no D55. E ainda os animais CL, Pant e Nel do grupo Sol no período matutino no D0, e CL grupo sombra no período matutino na mesma coleta.

Os parâmetros hematológicos foram semelhantes entre raças (CL, Cur, Pant e Nel), período (manhã e tarde), tratamento (sol e sombra) e coletas (D0, D27, D55, D83). O eritrograma e o número de plaquetas se encontra dentro dos valores esperados para a espécie. Entretanto alguns valores do leucograma (leucocitos, neutrófilos e monócitos) se encontraram acima dos limites estabelecidos para bovinos (Tabela 3, 4 e 5). Os dados de termografia de superfície corporal são apresentados na Tabela 6.

Tabela 1. Média e desvio padrão para temperatura máxima (TempMax) (°C), temperatura mínima (TempMin) (°C), temperatura média (TempMed) (°C), umidade máxima (UmiMax) (°C), umidade mínima (UmiMin) (°C), umidade média (UmiMed) (%) e índice temperatura umidade (ITU) (0-100) em piquetes com presença e ausência de sombra durante o verão na região Centro-Oeste

	D0		D27		D55		D83	
	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra
TempMax	33,30±0,00	32,90±0,00	30,30±1,22	27,90±0,10	36,66±1,44	31,13±1,33	35,50±5,23	30,30±0,85
TempMin	16,80±0,80	16,70±1,00	20,70±1,36	17,50±1,91	14,90±0,61	15,16±1,51	15,30±0,78	15,20±0,99
TempMed	25,05±0,40	24,80±0,50	25,50±1,30	22,70±1,00	25,78±0,42	23,14±0,12	25,40±2,97	22,75±0,92
UmiMax	99,00±0,00	78,00±19,52	99,00±0,00	99,00±0,00	99,00±0,00	97,00±3,46	99,00±0,00	99,00±0,00
UmiMin	35,00±12,00	31,00±16,00	35,00±11,27	47,30±1,13	22,00±3,46	38,33±4,04	21,40±16,12	36,50±3,54
UmiMed	67,00±6,00	54,50±17,75	67,00±5,00	73,15±0,56	60,50±1,73	67,66±0,29	60,20±8,06	67,75±1,77
ITU	73,57±0,23	71,85±1,20	74,24±1,45	70,62±0,05	73,85±0,52	70,86±0,23	73,32±3,32	70,27±1,48

D0, D27, D55 e D83= dias de tratamento. P > 0,05.

Tabela 2. Médias e desvio padrão para frequência respiratória (mov/min) de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), coletados mensalmente durante o verão, no período matutino e vespertino na região Centro -Oeste

Raça	Tratamento	Coletas											
		D0		D27		D55		D83					
		Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
CL	Sol	25,33±2,30	37,33±4,62	26,66±4,60	42,66±2,31	29,33±9,20	44,00±0,00	29,33±9,20	44,00±0,00	29,33±9,20	44,00±0,00	29,33±9,20	33,33±2,31
	Sombra	24,00±5,70	38,00±2,83	24,00±11,30	38,00±2,83	28,00±0,00	34,00±14,44	28,00±0,00	34,00±14,44	28,00±0,00	34,00±14,44	28,00±0,00	34,00±2,83
Cur	Sol	24,00±0,00	42,00±2,83	22,00±2,80	44,00±0,00	24,00±5,70	40,00±11,31	20,00±0,00	40,00±11,31	20,00±0,00	40,00±11,31	20,00±0,00	36,00±2,63
	Sombra	22,00±2,80	40,00±0,00	22,00±2,80	40,00±5,66	20,00±0,00	34,00±2,83	24,00±0,00	34,00±2,83	24,00±0,00	34,00±2,83	24,00±0,00	50,00±14,14
Pant	Sol	24,00±6,90	40,00±4,00	24,00±4,00	40,00±6,93	28,00±4,00	36,00±4,00	29,33±16,20	36,00±4,00	29,33±16,20	36,00±4,00	29,33±16,20	37,33±2,31
	Sombra	26,00±1,40	48,00±14,14	20,00±0,00	40,00±11,31	18,00±8,50	34,00±2,83	26,00±8,50	34,00±2,83	26,00±8,50	34,00±2,83	26,00±8,50	30,00±2,83
Nel	Sol	26,00±5,29	41,33±16,70	25,33±2,30	33,33±6,11	24,00±0,00	34,66±9,24	20,00±4,00	34,66±9,24	20,00±4,00	34,66±9,24	20,00±4,00	36,00±10,58
	Sombra	34,00±8,49	34,66±14,10	34,00±2,83	34,00±2,83	34,00±14,10	36,00±11,31	32,00±0,00	36,00±11,31	32,00±0,00	36,00±11,31	32,00±0,00	32,00±5,66

D0, D27, D55 e D83= dias de tratamento. P> 0,05.

Tabela 3. Médias e desvio padrão para número de leucócitos de reprodutores da raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pantr) e Nelore (Nel), coletados mensalmente durante o verão no período matutino e vespertino na região Centro-Oeste

Raça	Tratamento	Coletas		D0		D27		D55		D83	
		Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
CL	Sol	11,13±2,30	14,33±3,98	8,93±2,40	11,16±3,15	10,70±1,90	12,60±3,24	10,73±3,20	11,70±3,50		
	Sombra	14,45±5,20	15,10±0,42	12,60±2,00	14,80±0,00	12,95±1,80	15,20±1,56	14,20±4,70	15,90±3,82		
Cur	Sol	9,35±0,78	11,25±2,62	8,80±2,12	10,80±1,13	8,75±1,48	13,40±0,99	8,30±1,27	11,75±1,12		
	Sombra	7,95±2,90	11,50±0,28	7,05±0,80	8,75±0,35	8,25±0,90	9,10±0,99	8,85±0,20	13,40±2,26		
Pant	Sol	10,63±4,00	12,60±4,83	7,76±1,90	10,60±1,64	9,16±2,60	10,60±2,38	9,10±3,30	9,63±2,97		
	Sombra	13,90±3,30	10,40±0,00	8,30±1,10	11,60±2,26	10,55±2,10	10,10±2,26	9,75±0,90	11,40±1,13		
Nel	Sol	11,63±3,30	14,76±5,61	9,36±2,30	12,63±3,35	11,36±2,40	13,46±2,87	10,66±3,10	13,10±4,88		
	Sombra	10,90±4,50	15,45±3,04	8,20±0,30	11,65±0,35	8,45±0,90	10,50±0,42	8,50±2,30	11,85±0,07		

D0, D27, D55 e D83= dias de tratamento.  $P > 0,05$ .

Tabela 4. Médias e desvio padrão para número de neutrófilos segmentados dreprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé- Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), coletados mensalmente durante o verão no período matutino e vespertino na região Centro- Oeste

Raça	Tratamento	Coletas											
		D0		D27		D55		D83					
		Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
CL	Sol	5.933±1.620	7.903±3.580	3.692±1.430	6.533±2.820	3.910±1.670	6.690±2.479	6.084±1.670	6.473±2.470				
	Sombra	3.326±2.720	4.980±730	5.082±530	4.958±7.010	5.188±111	6.062±1.200	5.546±170	8.856±1.470				
Cur	Sol	3.674±3.510	2.577±980	3.597±2.190	6.628±1.450	3.972±1.580	7.553±800	4.132±400	6.965±840				
	Sombra	1.781±1.010	4.099±1.480	2.218±190	3.385±940	2.310±260	3.395±2.540	3.340±1.790	9.031±2.920				
Pant	Sol	3.343±2.360	7.449±5.120	3.624±1.980	7.057±1.410	4.831±2.190	5.266±670	4.487±2.030	5.388±1.770				
	Sombra	1.251±1.480	4.056±0	3.306±850	5.968±520	4.027±890	4.944±1.940	5.310±2.490	6.300±3.510				
Nel	Sol	4.265±1.640	7.881±2.950	3.542±1.200	7.402±3.810	4.309±1.570	6.498±4.780	4.9331.170	7.671±4.510				
	Sombra	3.398±3.390	8.274±2.480	3.694±360	7.751±480	3.744±660	5.211±870	3.0961.100	6.883±3.560				

D0, D27, D55 e D83= dias de tratamento. P> 0,05.

Tabela 5. Médias e desvio padrão para número de monócitos de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé- Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), coletados mensalmente durante o verão no período matutino e vespertino na região Centro-Oeste

Raça	Tratamento	Coletas		D0		D27		D55		D83	
		Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
CL	Sol	1.311±693	773±364	1.437±412	411±359	2.308±1.754	851±95	993±357	810±417		
	Sombra	2.250±1.004	772±141	296±418	290±19	775±1.096	1.274±808	1.920±84	416±588		
Cur	Sol	675±156	993±337	1.984±967	422±597	2.179±689	1.120±336	1.950±336	1.515±487		
	Sombra	1.680±1.098	681±436	1.297±689	682±301	1.847±159	924±98	1.710±84	592±65		
Pant	Sol	921±387	637±598	1.201±523	526±486	2.082±1.193	1.464±651	1.193±422	689±40		
	Sombra	1.768±0	216±0	1.012±124	528±24	1.930±248	1.027±36	1.368±135	1.572±470		
Nel	Sol	754±391	296±160	1.617±802	922±497	1.257±584	502±21	1.964±523	915±487		
	Sombra	1.169±337	747±74	1.172±529	466±401	1.380±644	1.813±395	2.169±398	1.973±1.912		

D0, D27, D55 e D83= dias de tratamento. P> 0,05.

Os animais do Grupo CL sol apresentaram a menor temperatura de superfície corporal quando comparados com as outras raças de ambos os grupos no período vespertino no D0, exceto ao Nel sol tarde. No D27 os animais do grupo Cur sol manhã apresentaram a temperatura de superfície corporal mais baixa quando comparado com todos os grupos no período vespertino, e os animais do grupo CL sombra e Pant Sombra apresentaram as maiores temperaturas de superfície corporal no período da tarde, quando comparado com todas as raças no período da manhã (Tabela 6).

Tabela 6. Médias e desvio padrão para termografia de superfície corporal de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant), Nelore (Nel), coletados mensalmente durante o verão no período matutino e vespertino na região Centro-Oeste

Raça	Tratamento	Coletas											
		D0		D27		D55		D83		Manhã		Tarde	
CL	Sol	28,00±1,32 <sup>DE</sup>	37,73±0,47 <sup>ABC</sup>	28,76±1,33 <sup>CDE</sup>	36,50±1,79 <sup>ABC</sup>	27,10±2,12 <sup>DE</sup>	33,26±0,80 <sup>ABCDE</sup>	27,36±4,37 <sup>DE</sup>	34,66±0,23 <sup>ABCD</sup>				
	Sombra	30,80±0,85 <sup>BCDE</sup>	37,20±2,83 <sup>ABC</sup>	31,15±1,34 <sup>BCDE</sup>	42,15±4,45 <sup>A</sup>	26,15±0,92 <sup>DE</sup>	34,10±0 <sup>ABCDE</sup>	26,75±2,19 <sup>DE</sup>	34,05±0,14 <sup>ABCDE</sup>				
Cur	Sol	29,10±2,26 <sup>CDE</sup>	38,50±0,78 <sup>ABC</sup>	25,95±6,43 <sup>E</sup>	37,55±0,21 <sup>ABC</sup>	26,80±1,27 <sup>DE</sup>	31,95±0 <sup>ABCDE</sup>	27,20±1,98 <sup>DE</sup>	35,30±0,21 <sup>ABCD</sup>				
	Sombra	30,20±0,57 <sup>BCDE</sup>	37,20±0,92 <sup>ABC</sup>	29,95±0,78 <sup>BCDE</sup>	37,15±3,04 <sup>ABC</sup>	25,20±0 <sup>E</sup>	33,20±1,91 <sup>ABCDE</sup>	27,00±1,41 <sup>DE</sup>	34,10±0,64 <sup>ABCDE</sup>				
Pant	Sol	30,00±1,39 <sup>BCDE</sup>	39,85±0,36 <sup>AB</sup>	30,80±1,63 <sup>BCDE</sup>	37,00±2,27 <sup>ABC</sup>	27,36±1,67 <sup>DE</sup>	32,76±0,76 <sup>±</sup>	27,93±3,61 <sup>DE</sup>	33,46±2,29 <sup>ABCDE</sup>				
	Sombra	33,00±2,26 <sup>ABCDE</sup>	38,50±0,42 <sup>ABC</sup>	31,40±4,53 <sup>BCDE</sup>	40,55±1,41 <sup>A</sup>	25,80±0,14 <sup>E</sup>	32,70±0 <sup>ABCDE</sup>	27,10±0,99 <sup>DE</sup>	34,00±0,35 <sup>ABCDE</sup>				
Nel	Sol	29,50±1,73 <sup>CDE</sup>	37,16±0,78 <sup>ABC</sup>	29,00±1,93 <sup>CDE</sup>	35,70±0,84 <sup>ABC</sup>	27,20±0,20 <sup>DE</sup>	32,66±0,95 <sup>ABCDE</sup>	25,96±1,11 <sup>E</sup>	33,26±1,68 <sup>ABCDE</sup>				
	Sombra	31,15±0,07 <sup>BCDE</sup>	34,10±0 <sup>ABCDE</sup>	31,15±1,20 <sup>BCDE</sup>	39,85±4,88 <sup>AB</sup>	26,85±0,49 <sup>DE</sup>	32,30±0,07 <sup>ABCDE</sup>	26,350,35 <sup>DE</sup>	32,450,28 <sup>ABCDE</sup>				

Letras diferentes na mesma linha e coluna apresentam diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ).



## 6. DISCUSSÃO

Este é o primeiro trabalho de avaliação de características fisiológicas adaptativas que contempla três raças taurinas brasileiras localmente adaptadas, Crioulo Lageano, Curraleiro Pé-Duro e Pantaneiro, simultaneamente e as compara com a raça zebuína Nelore.

O ITU é um dos primeiros índices avaliados para definir se os animais estão em estresse térmico. Segundo Mader et al. (2006), ITU entre 70 e 74 é caracterizado como alerta, entre 74 e 79 como perigoso e entre 79 e 84 como situação de emergência. No presente experimento este índice se apresentou dentro da faixa de alerta em todas as coletas.

A frequência respiratória esperada para bovinos é de 15 a 30 movimentos por minuto (mov/min) (Arrigala et al., 1962). No presente experimento foi observado o aumento dos movimentos respiratórios em alguns animais, o que segundo Silva et al. (2005) é indicativo de estresse térmico, e ocorre devido a tentativa do organismo em manter a homeotermia. Isso prejudica a ingestão de alimentos e a ruminação, levando ao aumento do calor endógeno, desvio de energia de outros processos metabólicos e reduz a capacidade do CO<sub>2</sub> plasmático, devido a hiperventilação.

A frequência respiratória também é utilizada como parâmetro de adaptabilidade, ou seja, quanto maior a frequência respiratória menor é a adaptação ao calor do animal (Gaughan et al., 2000). Entretanto, esses mesmos autores sugerem que raças nativas podem utilizar preferencialmente a respiração em vez da sudorese como forma de perda de calor evaporativo.

Fato semelhante foi observado por Cardoso et al. (2016), onde animais Curraleiro Pé-Duro apresentaram maior FR quando comparados ao Nelore, e menor temperatura de

superfície corporal. Esses autores sugeriram que animais de diferentes raças se utilizam de diferentes formas de perda de calor, ou seja, esses animais utilizam-se da perda de calor evaporativo pela respiração para manter sua homeotermia.

Segundo Brown-Brandl et al. (2003; 2005) a temperatura retal e a frequência respiratória aumentam com o aumento da temperatura ambiental, o que foi observado neste Experimento, onde os animais de todas as raças apresentaram frequência respiratória acima dos parâmetros esperados para bovinos no momento mais quente do dia. Esses autores também observaram uma diminuição da ingestão de alimentos em animais mantidos em câmaras climáticas a 30 °C e 34°C quando comparadas a câmara em termoneutralidade, evidenciando claramente a tentativa em manter a homeotermia.

Pereira et al. (2008) demonstraram a adaptação e resistência ao calor de duas raças nativas portuguesas, Mertolenga e Alentejana, observando que a primeira raça apresentou somente uma pequena queda nos hormônios tireoidianos e não houve alteração em sua temperatura retal mesmo submetidas a câmaras climáticas.

Ainda segundo Silva et al. (2005), animais expostos a ambientes com temperaturas extremas durante longos períodos, apresentam quadro de alcalose respiratória e podem vir a óbito. Silanikove (2000) classifica o nível de estresse térmico animal baseado na frequência respiratória, onde estresse leve é caracterizado por 40-60 mov/min, médio-alto entre 60-80 mov/min, alto entre 80-120 mov/min e estresse severo acima de 150 mov/min. No presente Experimento mesmo apresentando leve aumento em alguns momentos, a FR esteve sempre abaixo dos 60 mov/min, classificando estresse leve.

A medula oblonga é a responsável pelo controle da frequência cardíaca (FC), e essa é dependente do sistema nervoso central, através do hipotálamo e sistema límbico. A frequência cardíaca esperada para bovinos é de 48 a 80 batimentos cardíacos por minuto (Detweiler, 1996). No presente Experimento a maioria dos animais apresentavam batimentos acima de 80. Entretanto, é também claro, que a movimentação pode elevar a FC, logo o fato dos animais serem levados das baias até o tronco de contenção, pode justificar o aumento na FC.

O tônus vagal pode ser alterado pela temperatura ambiental, aumentando a atuação do sistema cardioacelerador e vasoconstritor, afetando assim a FC (Silva et al., 2005). Segundo Guyton e Hall (2002), a permeabilidade iônica da membrana celular aumenta devido a exposição ao calor excessivo. E com a elevação da FC a níveis críticos, ocorre uma

diminuição na força de propulsão cardíaca, o tempo de diástole também é diminuído e o sangue não flui adequadamente dos átrios para os ventrículos. Logo a exposição de animais a longos períodos com temperaturas muito altas, pode levar a fraqueza e a morte (Silva et al., 2005).

Segundo Brown-Brandl et al. (2005) o fornecimento de sombra para os animais diminui os efeitos do estresse térmico, esses autores observaram que os parâmetros fisiológicos avaliados (FR e TR) são menores em animais com acesso a sombra quando comparado a grupos de animais sem acesso a sombra. Entretanto essa diferença não foi observada em nosso estudo, possivelmente porque o ITU encontrado tanto na sombra quanto no sol, se encontravam dentro da faixa de alerta, não sendo suficiente para observamos os benefícios da presença de sombra, para esses animais.

Os valores de referência para eritrócitos é de 5.0- 10.0 ( $\times 10^6$ /microL), hemoglobina 8.0-15.0 (g/dL), hematócrito 24-46 (%), plaquetas 100-800 ( $\times 10^3$ /microL), leucócitos 4000-12000, neutrófilos segmentados 600-4000, linfócitos 2500-7500 e monócitos 25-840 (Jain, 1993, Wood e Quiroz-Rocha, 2010).

No presente experimento não foi observada alteração no perfil hematológico em relação a fração vermelha, semelhante ao que ocorreu no estudo de Bianca (1965), onde o número de hemácias e hemoglobina permaneceu inalterado em animais adultos submetidos a temperatura ambiental de 40 °C. Discordando desses dados Cardoso et al. (2015) encontraram alteração no eritrograma de animais de raças taurinas criados em condições tropicais. Entretanto, em nosso estudo os animais apresentaram leucograma condizente com o de animais em situação de estresse, onde observa-se neutrofilia, linfopenia, eosinopenia, e ocasionalmente monocitose (Roland et al., 2014).

Alguns estudos mostram um aumento dos leucócitos no verão em bovinos (Abt et al.; 1966) e também uma leucocitose e monocitose advinda do tipo de alimentação, onde é observado aumento desses valores em vacas alimentadas com silagem em comparação a vacas alimentadas com forragem verde (Andresen, 1970).

Silva et al. (2011) trabalhando com búfalas com acesso ou não a sombra na região da Amazônia observaram que o número de hemácias e leucócitos dos animais com acesso à sombra aumentou no período mais chuvoso do ano. Os autores creditam esse fato a elevada umidade relativa do ar o que dificulta a liberação do calor dos animais, por evaporação,

levando-os à condição de estresse térmico. Apesar de não encontrada diferença no leucograma entre os animais com e sem acesso a sombra em nosso estudo, a umidade relativa do ar se encontrava alta, devido ao período chuvoso na região, o que pode ter dificultado a troca de calor evaporativo em ambos os tratamentos, levando as alterações no leucograma.

Alguns achados característicos no leucograma de estresse agudo em humanos são neutrofilia, linfocitose e monocitose (Heidt et al., 2014), O mesmo aumento foi observado em ratos estressados. Os achados em nosso estudo sugerem que bovinos reagem da mesma maneira as espécies citadas, quando em situação de estresse, fato interessante aqui é o número de monócitos, sempre superior pela manhã quando comparado ao período da tarde. Era esperado que esse aumento fosse observado no período vespertino, quando as temperaturas se encontravam mais elevadas, entretanto, esse aumento de monócitos pela manhã pode ser o reflexo do estresse térmico sofrido no período vespertino do dia anterior.

Sánchez- Sarmiento et al. (2014), trabalhando com primatas da espécie *Alouatta caraya*, observaram aumento no numero de monócitos em fêmeas e machos no momento da captura quando comparados ao leucograma de animais que já eram criados em cativeiro, os autores creditam esse aumento ao estresse agudo, causado pelo estresse da captura.

Segundo Dhabhar (2002) os leucócitos se mantem aumentados enquanto o estímulo de estresse não for retirado. Em Experimento com ratos estressados cronicamente foi observado o aumento dos neutrófilos e a redução no número de linfócitos, e não foi observado diferença no leucograma de ratos submetidos a estresse agudo, discordando dos achados mostrados anteriormente por outros autores. Os autores desse trabalho acreditam que essa diferença seja devido a mediadores do estresse e/ou seus níveis no estresse agudo e no estresse crônico, e também acreditam que há um efeito diferencial desses mediadores sobre linfócitos e neutrófilos (Suresh e Koner, 2012).

A temperatura de superficial corporal é dependente de vários fatores como a incidência de luz solar, velocidade do vento, umidade e sujeira do couro, tipo de pelagem e do ângulo em que a imagem térmica é feita (McCafferty, 2007; Hoffmann et al. 2013).

No presente Experimento a temperatura de superfície corporal foi menor no período matutino do que no vespertino, situação esperada, já que isso ocorre porque no período matutino a temperatura ambiental é mais baixa, ocasionando uma vasoconstrição periférica,

para que a temperatura corporal seja mantida dentro da normalidade. No período vespertino essa temperatura se encontra mais elevada em decorrência de uma vasodilação, com aumento do fluxo sanguíneo para a periferia, na tentativa de perder calor e manter a homeotermia (Cardoso et al., 2015).

Diferentemente do que encontramos em nosso trabalho, Cardoso et al. (2015) encontraram maiores temperaturas de corpo no período matutino quando comparado ao vespertino. Além disso, as temperaturas de corpo encontradas por esses autores em nenhum dos períodos foi superior a 35°C, o que não ocorreu em nosso estudo, onde as temperaturas no período vespertino chegaram a alcançar uma temperatura de 42,15 °C. Isso se deve possivelmente a diferenças na metodologia utilizada e modelo da câmera infravermelha.

Já Cruz Junior et al. (2015), trabalhando com ovinos de diversas raças, encontraram menores valores para os parâmetros fisiológicos avaliados e temperaturas de corpo utilizando câmera térmica no período matutino quando comparado ao vespertino, possivelmente devido as temperaturas ambientais mais amenas presentes durante a manhã.

Apesar de apresentarem alguns parâmetros fisiológicos levemente acima dos valores descritos para bovinos, o ITU dentro da faixa de alerta encontrado em nosso experimento se mostrou suficiente para causar diferenças significativas nesses parâmetros dentro das raças, tratamentos e períodos, demonstrando a capacidade adaptativa e tolerância dessas raças ao clima presente nessa região

## 7. CONCLUSÃO

Os animais de todas as raças apresentaram padrão semelhante quanto aos parâmetros fisiológicos e não mostraram grandes alterações quanto aos parâmetros avaliados. Provavelmente porque as condições climáticas, e o ITU dentro da faixa de alerta encontrado na região, não seja suficiente para levar a alterações mais significativas nas raças estudadas. Possivelmente esse também é o motivo do fornecimento de sombra não ter impactado de forma significativa, afetando o bem-estar desses animais.

Todas as raças estudadas se mostram tolerantes e adaptadas as condições climáticas presentes no Centro-Oeste do Brasil, mesmo durante o verão, período onde o ITU apresenta seu maior valor na região.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abt, D. A.; Ipsen, J.; Hare, W. C. D.; Marshak, R. R.; Sahl, J. Circadian and seasonal variations in the hemogram of mature dairy cattle. **Cornell Veterinarian**. v. 56, p. 479-520, 1966.

Andresen, H. A. Evaluation of leukopenia in cattle. **Journal of American Veterinary Medical Association**. v. 156, n. 7, p. 858-866, 1970.

Arrigala, G. G.; Henning, W. L.; Miller, R. C. The effect of environmental temperature and relative humidity on the acclimation of cattle to the tropics. **Journal of Animal Science**. v. 11, p. 50-60, 1962.

Attebery, J.T.; Johnson, H. D. Effect of environmental temperature, controlled feeding and fasting on rumen motility. **Journal of Animal Science**. v. 29, p. 734- 737, 1969.

Bernabucci, U.; Lacetera, N.; Baumgard, L. H.; Rhoads, R. P.; Ronchi, B.; Nardone, A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants **Animal**. v. 4, p. 1167–1183, 2010.

Bianca, W. Reviews of the progress of dairy science. **Journal Dairy Research**. n. 32, p. 291-345, 1965.

Blackshaw, J.; Blackshaw, A. W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v. 34, p. 285-95, 1994.

Brown-Brandl, T. M.; Nienaber, J. A.; Eigenberg, R. A.; Hahn, G. L.; Freetly, H. Thermoregulatory responses of feeder cattle. **Journal of Thermal Biology**. v. 28, p. 149–157, 2003.

Brown-Brandl, T. M.; Eigenberg, R. A.; Nienaber, J. A.; Hahn, G. L. Dynamic Response Indicators of Heat Stress in Shaded and Non-shaded Feedlot Cattle, Part 1: Analyses of Indicators. **Biosystems Engineering**. v. 90, p. 451–462, 2005.

Cardoso, C. C.; Peripolli, V.; Amador, S. A; Brandão, E. G.; Esteves, G. I. F.; Sousa, C. M.

Z.; França, M. F. M. S.; Gonçalves, F. G.; Barbosa, F. A.; Montalvão, T. C.; Martins, C. F.; Fonseca Neto, A. M.; McManus, C. Physiological and thermographic response to heat stress in zebu cattle. **Livestock Science**. v. 182, p. 83–92, 2015.

Cruz Júnior, C. A.; Lucci, C. M.; Peripolli, V.; Tanure, C. B.; Ribeiro, L. M. C. S.; Barbosa, T. M.; Ramos, A. F.; Louvandini, H.; Mcmanus, C. Laser and thermographic infrared temperatures associated with heat tolerance in adult rams. **Small Ruminant Research**. v. 132, p. 86–91, 2015.

Dhabhar, F. S. Stress-induced augmentation of immune function: the role of stress hormones, leukocyte trafficking, and cytokines. **Brain, Behavior, and Immunity**. v. 16, p. 785–798, 2002.

Detweiler, D. K. Regulação cardíaca. In: DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856 p.

Guyton, A.; Hall, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 1014 p.

Heidt, T.; Sager, H. B.; Courties, G.; Dutta, P.; Iwamoto, Y.; Zaltsman, A.; Muhlen, C. V. Z.; Bode, C.; Fricchione, G. L.; Denninger, J.; Lin, C. P.; Vinegoni, C.; Libby, P.; Swirski, F. K.; Weissleder, R.; Nahrendorf, M. Chronic variable stress activates hematopoietic stem cells. **Nature Medicine**. p. 1- 5, 2014.

Hoffmann, G.; Schmidt, M.; Ammon, C.; Rose-Meierhöfer, S.; Burfeind, O.; Heuwieser, W.; Berg, W. Monitoring the body temperature of cows and calves using video recordings from an infrared thermography camera. **Veterinary Research**. p. 1–9, 2013.

Jain, N. C. Comparative hematology of Common Domestic Animals. In: **Essentials of Veterinary Hematology**. 1 ed. Estados Unidos, Williams & Wilkins, 1993, p. 19-54.

McCafferty, D. J. The value of infrared thermography for research on mammals: previous applications and future directions. **Mammal Review**. v.37, p.207–223, 2007.

Mader, T. L.; Davis, M. S.; Brown-Brandl, T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**. v. 84, p. 712–719, 2006.

Mallonee, P.G., Beede, D. K.; Collier, R. J.; Wilcox, C. J. Production and physiological responses of dairy cows to varying dietary potassium during heat stress. **Journal of Dairy Science**. v. 68, p. 1479- 1487, 1985.

Paes, P. R.; Barioni, G.; Fontequ, J. R. Comparação dos valores hematológicos entre caprinos fêmeas da raça Parda Alpina de diferentes faixas etárias. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 6, n. 1, p. 43-49, 2000.

Pereira, A. M. F.; Baccari Junior, F.; Titto, E. A. L.; Almeida, J. A. 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, p.199–208, 2008.



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

Roland, L.; Drillich, M.; Iwersen, M. Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation** p.1–7, 2014.

Sánchez- Sarmiento, A. M.; Zwarg, T.; Fernandes- Santos, R. C.; Guimarães-Luiz, T.; Genoy- Puerto, A.; Matushima, E. R. Hematological Parameters and the Variations Resulting from Stress of *Alouatta caraya* During a Wildlife Rescue Program in Brazil. **American journal of Primatology**. p. 1-8, 2014.

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

Silva, R. M. N.; Souza, B. B. S.; Souza, A. P.; Marinho, M. L.; Tavares, G. P.; Silva, E. M. N. Efeito do sexo e da idade sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de bovinos da raça sindi no semi-árido. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 29, n. 1, p. 193-199, 2005.

Silva, J. A. R.; Araujo, A. A., Júnior, J. B. L.; Viana, R. B.; Santos, N. F. A.; Garcia, A. R. Perfil hematológico de búfalas da raça Murrah, criadas ao sol e à sombra, em clima tropical da Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**. v. 41, p. 425- 430, 2011.

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

Warren, W.P.; Martz, F. A.; Asay, K. H.; Hilderbrand, E. S.; Payne, C. G.; Vogt, J. R. Digestibility and rate of passage by steers fed tall fescue, alfalfa and orchardgrass hay in 18 and 32 C ambient temperatures. *Journal of Animal Science*., v. 39,p. 93- 96, 1974.

Wood, D.; Quiroz-Rocha, G. F. Normal Hematology of Cattle. In:Schalm's Veterinary Hematology. 6 ed. Singapura, Ho Printing Singapore Pte Ltd, 2010, p. 829- 835.

### **CAPÍTULO 3**

**CARACTERÍSTICAS SEMINAIS E TESTICULARES DE TOUROS DE RAÇAS  
LOCALMENTE ADAPTADAS SUBMETIDOS A PRESENÇA E AUSÊNCIA DE  
SOMBRA NA REGIÃO CENTRO- OESTE**

## 1. RESUMO

O Brasil apresenta grande parte da criação de seus animais de produção em território com prevalência de clima tropical. Esses animais podem apresentar queda em sua produtividade e na qualidade de seus parâmetros reprodutivos devido as altas temperaturas presentes nesses ambientes. Levando isso em consideração, objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento ou não de sombra a touros de três raças taurinas localmente adaptadas e uma raça zebuína, durante o verão na região Centro- Oeste do Brasil. O sêmen desses animais foi avaliado e congelado mensalmente nessa estação. Não houve diferença significativa para os parâmetros de qualidade seminais do sêmem fresco e congelado avaliados, entre as raças, tratamentos e coletas. A presença de sombra não favoreceu a qualidade seminal dos animais, porém todas as raças demonstraram tolerância e resistência semelhantes as condições ambientais presentes na região.

**Palavras chave:** Adaptação, bovino, conservação, recursos genéticos.

## 2. ABSTRACT

Brazil presents large part of the breeding of its production animals in a territory with a tropical climate prevalence. These animals may present a decrease in their productivity and in the quality of their reproductive parameters due to the high temperatures present in these environments. Considering this, the objective was to evaluate the effect of providing or not shade to bulls of three locally adapted taurine breeds and a zebu breed during the summer in the Center-West region of Brazil. The semen of these animals was evaluated and frozen monthly at this season. There was no significant difference between breeds, treatments and collections, for seminal quality parameters of fresh and frozen semen evaluated. The presence of shade did not favor seminal quality of the animals, but all breeds showed similar tolerance and resistance to environmental conditions present in the region.

**Keywords:** Adaptation, bovine, conservation, genetic resources.

### 3. INTRODUÇÃO

A reprodução bovina no Brasil, depende em boa parte da monta natural. Sendo a saúde reprodutiva do rebanho essencial para que se alcance ótimos índices produtivos.

As altas temperaturas presentes na maior parte do território nacional e durante praticamente todas as estações do ano, é um fator limitante na qualidade seminal dos touros, devido ao estresse climático ao qual esses animais são submetidos. Esse estresse pode afetar a qualidade do sêmen desses animais de forma negativa.

O aumento da temperatura testicular leva ao aumento do metabolismo celular, entretanto esse aumento não desencadeia um aumento no fluxo sanguíneo testicular na mesma proporção, o que causa hipóxia (Setchell, 1998). Sendo assim, os mecanismos de termorregulação testicular nem sempre são eficazes na manutenção da temperatura testicular ideal para que ocorra a espermatogênese de forma normal.

Segundo Losano et al. (2017), grande número de espermatozoides com injúrias, cromossomos não pareados e baixo potencial mitocondrial, são frequentemente encontrados em sêmen coletado após 45 dias de insulação escrotal, e isso sugere uma falha na espermatogênese, provavelmente por influência dos mecanismos de apoptose nas organelas citoplasmáticas.

O índice temperatura umidade (ITU) sempre deve ser avaliado, pois está intimamente relacionado ao estresse térmico animal. Animais podem se encontrar estressados, com ITU frequentes na zona de alerda (70-74) ( Mader et al., 2006).

Além disso o excesso de calor pode levar a casos de degeneração testicular, e esses, dependendo do grau e tempo de acometimento podem evoluir para a irreversibilidade, tornando o animal impróprio a reprodução.

Sabe-se que algumas raças bovinas apresentam maior resistência ao excesso de calor do que outras, e essa resistência pode também ser observada na manutenção da qualidade seminal de touros adaptados a climas tropicais e subtropicais.

Objetivou-se nesse trabalho verificar a capacidade adaptativa quanto aos parâmetros seminais de bovinos de raças localmente adaptadas com e sem acesso a sombra, durante o verão no Distrito Federal.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Local do Experimento e animais experimentais

Foram avaliados 20 touros das raças Crioulo Lageana (CL) (n=5), Curraleiro Pé-Duro (Cur)(n=5), Pantaneiro (Pant) (n=5) e Nelore (Nel) (n=5) em idade reprodutiva, bom estado sanitário e aptos a reprodução conforme exame andrológico prévio (CBRA, 2013).

O Experimento foi realizado de janeiro a abril de 2014 no Setor de Campo Experimental Fazenda Sucupira, pertencente a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, localizado a sudoeste de Brasília-DF (15°52'-15°56'S 48°00'-48°02'O), com altitudes entre 1050 a 1250 m. O clima apresenta inverno seco e verão chuvoso. O campo experimental tem área total de 1.763,118 ha.

Os animais foram mantidos em regime de confinamento, recebendo alimentação a base de feno de Tifton e silagem de milho, fornecidas duas vezes ao dia e água e mineralização *ad libitum*.

Foram divididos em cinco lotes com 4 animais cada, sendo um animal de cada raça por lote. Três lotes permaneceram sem acesso a sombra, e dois lotes tiveram acesso a 25m<sup>2</sup> de sombra por animal, fornecida por sombrite 90%.

Todos os procedimentos descritos no trabalho foram aprovados pela Comissão de Ética e Bem Estar Animal da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Protocolo CEUA/Cenargen 006-2013.

### 4.2. Dados Climáticos

As informações climáticas foram coletadas nos dias das coletas (três dias consecutivos) de dois termo- higrômetros colocados, na sombra e no sol, fornecendo assim a temperatura

máxima, mínima e média e umidade máxima, mínima e média encontrada na sombra e no sol por coleta.

O índice temperatura umidade (ITU) foi calculado usando-se a equação descrita por Thom (1959):

$$ITU = 0,8x T + UR (T - 14,4) + 46,4$$

onde T = temperatura no termo higrômetro (°C) e UR = umidade relativa do ar na forma decimal.

### **4.3.Dados reprodutivos**

#### **4.3.1. Coleta e congelamento do sêmen**

Previamente ao início do experimento todos os animais foram submetidos a exame andrológico completo, para constatação de aptidão a reprodução.

As coletas foram realizadas mensalmente, durante três dias consecutivos, para que o sêmen de todos os 20 animais pudesse ser coletado e congelado. Assim, 8 animais eram coletados no primeiro dia, 8 animais no segundo dia, e finalmente 4 animais no terceiro dia. O método utilizado para a coleta de sêmen foi a eletroestimulação (DUBOI, Campo Grande, MS, Brasil), e o sêmen foi recolhido em tubos graduados de 15 mL, protegidos da luz. O sêmen foi avaliado fresco e então congelado em palhetas de 0,5 mL com diluidor comercial (Dilutris, Minitube), em uma concentração final de  $60 \times 10^6$  de espermatozoides/mL. Para o congelamento as palhetas foram resfriadas a 5 °C por 4 horas em geladeira, posteriormente foram pré-congeladas em vapor de nitrogênio por 20 minutos a 4 cm de distância do nitrogênio líquido, e finalmente imergidas em nitrogênio líquido (-196 °C) e mantidas em criotânques até posterior avaliação.

#### **4.3.2. Avaliação do sêmen fresco e congelado**

No sêmen fresco avaliou-se motilidade (0-100%), vigor (1-5), concentração (Esptz/mL) e morfologia espermática pelo método de preparação úmida (CBRA, 2013) em microscopia óptica de contraste de fase. A análise de membrada plasmática, foi realizada pelo método de diacetato de 6 carboxifluoresceína (CFDA) associado ao iodeto de propídio (IP) (CFDA-IP) (Harrison e Vickers, 1990) e a reação acrossomal foi avaliada utilizando a conjugação de



isoticianato de fluoresceína (FITC) com lecitina de amendoim (peanut aglutin – PNA) e IP, como descrito por (Kline e Rath, 2007). As amostras foram avaliadas com o auxílio de um microscópio de epifluorescência Nikon (Eclipse Ci-S/Ci-L: filtro de comprimento de onda 520-560 nm excitação/emissão).

As palhetas de sêmen foram descongeladas a 37 °C por 30 segundos em banho-maria e então avaliadas utilizando-se o método de avaliação computadorizado (CASA; Hamilton Thorne, Ivos 12.3, Beverly, MA, USA ) utilizando o setup para análise de sêmen bovino (Cavalho Neto, 2013). Foram avaliadas a motilidade progressiva, a velocidade linear progressiva (VSL) e a frequência de batimento flagelar (BCF). As análises de fluorescência para o sêmen congelado foram realizadas como descritas anteriormente para o sêmen fresco e ainda foi realizada a avaliação do potencial mitocondrial com a conjugação do JC1 ao PNA. Também foram avaliados quanto a morfologia espermática como descrito anteriormente.

#### **4.4. Parâmetros Fisiológicos**

A frequência respiratória (FR) foi aferida contando-se os movimentos torácicos durante 30 segundos e multiplicando-os por 2, assim temos FR/min, a temperatura retal foi aferida utilizando-se um termômetro digital inserido no reto do animal por 2 min.

Foi realizada venopunção da veia jugular pela manhã e pela tarde em tubos contendo EDTA. O material foi encaminhado para o laboratório multiusuário da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás UFG, e os hemogramas foram realizados com o auxílio de um analisador hematológico automático (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics CO., LTDA).

#### **4.5. Imagens térmicas**

As fotos térmicas foram realizadas com um modelo de câmera FLIR T420 (FLIR systems, USA). Para termografia testicular os testículos foram fotografados a uma distância de 1 metro, e foram medidas temperatura do polo proximal do testículo (TPP), temperatura do polo distal do testículo (TPD) e gradiente de temperatura (GT), que é a diferença de temperatura entre os polos proximal e distal (Figura 1).

Para essa avaliação usou-se o software FLIR Quick Report Software ( FLIR systems, USA) e os dados de emissividade e temperatura de reflexão foram constantes para todas as análises térmicas (0.98 e 20°C , respectivamente).

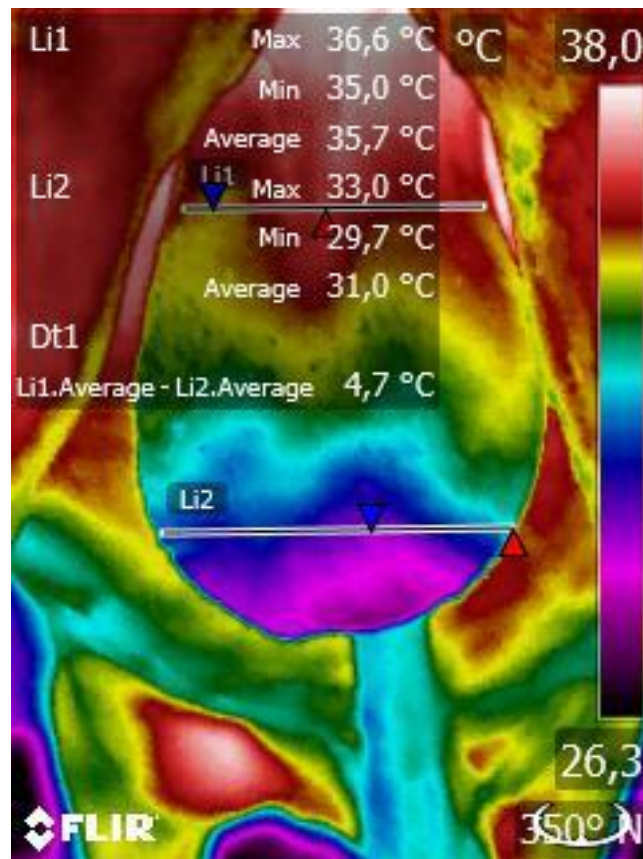


Figura 1. Imagem térmica de testículo, mostrando as temperaturas máxima, mínima e média do polo proximal (Li 1) e polo distal (Li 2) e o gradiente de temperatura (Dt1), usando o Software Flir.

#### 4.6. Análise Estatística

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (4x2), sendo utilizadas quatro raças bovinas (Crioulo Lageano, Curraleiro Pé- Duro, Pantaneiro e Nelore) e dois tratamentos (sol e sombra). Os dados foram analisados com o auxílio do pacote estatístico SAS (v.9.3, SAS Inc., Cary, NC, USA). Foi utilizado o modelo linear generalizado (GLM) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer. Diferenças significativas foram consideradas quando  $P \leq 0,05$ .

## 5. RESULTADOS

Os resultados de temperatura, umidade e ITU estão apresentados na Tabela 1. É possível observar que o ITU se encontra entre 70 e 74 tanto na sombra quanto no sol em todas as coletas.

A FR se encontra entre 16-34 mov/min no período matutino e entre 30-50 mov/min no período vespertino, mostrando resultados um pouco acima dos descritos para a espécie, no período vespertino. Entretanto, não é observada diferença significativa entre as raças, tratamentos, coletas e períodos.

Os leucócitos no período da manhã variaram de 7,05- 14,45x 10<sup>3</sup> e entre 8,75-15,90x 10<sup>3</sup> no período vespertino. Os neutrófilos segmentados ficaram entre 1.251- 6.084 pela manhã e entre 2.577- 9.031 no período vespertino. E os monócitos entre 296- 2.308 no período matutino e entre 216- 1.973 a tarde.

Tabela 1. Média e desvio padrão para temperatura máxima (TempMax) (°C), temperatura mínima (TempMin) (°C), temperatura média (TempMed) (°C), umidade máxima (UmiMax) (°C), umidade mínima (UmiMin) (°C), umidade média (UmiMed) (%) e índice temperatura umidade (ITU) (0-100) em piquetes com presença e ausência de sombra durante o verão na região Centro-Oeste

	D0		D27		D55		D83	
	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra
TempMax	33,30±0,00	32,90±0,00	30,30±1,22	27,90±0,10	36,66±1,44	31,13±1,33	35,50±5,23	30,30±0,85
TempMin	16,80±0,80	16,70±1,00	20,70±1,36	17,50±1,91	14,90±0,61	15,16±1,51	15,30±0,78	15,20±0,99
TempMed	25,05±0,40	24,80±0,50	25,50±1,30	22,70±1,00	25,78±0,42	23,14±0,12	25,40±2,97	22,75±0,92
UmiMax	99,00±0,00	78,00±19,52	99,00±0,00	99,00±0,00	99,00±0,00	97,00±3,46	99,00±0,00	99,00±0,00
UmiMin	35,00±12,00	31,00±16,00	35,00±11,27	47,30±1,13	22,00±3,46	38,33±4,04	21,40±16,12	36,50±3,54
UmiMed	67,00±6,00	54,50±17,75	67,00±5,00	73,15±0,56	60,50±1,73	67,66±0,29	60,20±8,06	67,75±1,77
ITU	73,57±0,23	71,85±1,20	74,24±1,45	70,62±0,05	73,85±0,52	70,86±0,23	73,32±3,32	70,27±1,48

D0, D27, D55 e D83= dias de tratamento. P > 0,05.

A motilidade e o vigor do sêmen fresco foram semelhantes entre as raças e tratamentos (Tabela 2 e 3), e não houve diminuição na qualidade do ejaculado, quando observado esses parâmetros. Não houve diferença também para os resultados de defeitos totais (Tabela 5), entretanto, nota-se que os animais Curraleiro Pé-Duro e Nelore dos grupos sol, apresentam aumento no número de defeitos menores na última coleta quando comparadas as coletas anteriores desses mesmos animais (Tabela 4). E apesar de não apresentar diferença estatística entre as raças e tratamentos, o número de defeitos menores observado na última coleta, ultrapassa os valores preconizados no Manual de Andrologia (CBRA, 2013). Os resultados para integridade de membrana plasmática e reação acrossomal do sêmen fresco são apresentados na Tabela 6. E houve similaridade entre os grupos.

Tabela 2. Média e desvio padrão para motilidade (%) do sêmen fresco de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste

Raças	Tratamento	Coletas			
		D0	D27	D55	D83
CL	Sol	83,33±5,77	81,67±7,64	88,33±7,64	83,33±11,55
	Sombra	90,00±0,00	75,00±7,07	87,50±10,61	90,00±0,00
Cur	Sol	65,00±35,36	80,00±0,00	80,00±0,00	90,00±0,00
	Sombra	80,00±0,00	80,00±7,07	77,50±10,61	85,00±7,07
Pant	Sol	73,33±11,55	88,33±2,89	86,67±5,77	88,33±2,89
	Sombra	80,00±14,14	87,50±3,54	85,00±7,07	90,00±0,00
Nel	Sol	83,33±11,55	83,33±11,55	88,33±7,64	90,00±0,00
	Sombra	85,00±7,07	67,50±3,54	85,00±7,07	90,00±0,00

D0, D27, D55 e D83= dias de tratamento. P> 0,05.

Tabela 3 Médias e desvio padrão para vigor espermático (0-5) do sêmen fresco de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste

Raças	Tratamento	Coletas			
		D0	D27	D55	D83
CL	Sol	4,00±0,00	4,00±0,00	4,33±0,58	4,00±1,00
	Sombra	4,00±0,00	4,00±0,00	4,50±0,71	4,00±0,00
Curr	Sol	3,50±0,71	4,00±0,00	3,50±0,71	4,00±1,41
	Sombra	4,00±0,00	4,00±0,00	4,00±0,00	3,50±0,71
Pant	Sol	3,67±0,58	4,00±0,00	4,00±0,00	3,67±0,58
	Sombra	3,50±0,71	4,00±0,00	4,00±0,00	3,50±0,71
Nel	Sol	4,00±0,00	4,00±0,00	4,67±0,58	4,67±0,58
	Sombra	4,00±0,00	3,50±0,71	4,50±0,71	3,50±0,71

D0, D27, D55 e D83= dias de tratamento. P> 0,05.

Tabela 4. Média e desvio padrão para defeitos menores (%) do sêmen fresco de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste

Raças	Tratamento	Coletas			
		D0	D27	D55	D83
CL	Sol	6,00±3,00 <sup>BC</sup>	5,00±1,00 <sup>BC</sup>	5,00±3,00 <sup>C</sup>	17,00±7,00 <sup>ABC</sup>
	Sombra	4,00±0,00 <sup>C</sup>	4,00±5,00 <sup>C</sup>	4,00±4,00 <sup>C</sup>	14,00±4,00 <sup>ABC</sup>
Cur	Sol	5,00±0,00 <sup>BC</sup>	4,00±1,00 <sup>C</sup>	3,00±1,00 <sup>C</sup>	23,00±1,00 <sup>A</sup>
	Sombra	12,00±0,00 <sup>ABC</sup>	4,00±2,00 <sup>C</sup>	3,00±2,00 <sup>C</sup>	15,00±10,00 <sup>ABC</sup>
Pant	Sol	3,00±2,00 <sup>C</sup>	6,00±5,00 <sup>BC</sup>	4,00±3,00 <sup>C</sup>	16,00±8,00 <sup>ABC</sup>
	Sombra	14,00±1,00 <sup>ABC</sup>	6,00±3,00 <sup>BC</sup>	3,00±3,00 <sup>C</sup>	15,00±2,00 <sup>ABC</sup>
Nel	Sol	6,00±3,00 <sup>BC</sup>	5,00±4,00 <sup>C</sup>	3,00±3,00 <sup>C</sup>	21,00±8,00 <sup>AB</sup>
	Sombra	4,00±4,00 <sup>C</sup>	8,00±2,00 <sup>ABC</sup>	3,00±2,00 <sup>C</sup>	15,00±9,00 <sup>ABC</sup>

Letras diferentes na mesma linha e coluna apresentam diferença significativa (P≤0,05).

Tabela 5. Médias e desvio padrão para defeitos totais (%) do sêmen fresco de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste

Raças	Tratamento	Coletas			
		D0	D27	D55	D83
CL	Sol	12,00±10,00	15,00±3,00	23,00±6,00	23,00±10,00
	Sombra	7,00±1,00	8,00±7,00	10,00±5,00	17,00±2,00
Cur	Sol	18,00±11,00	15,00±1,00	13,00±4,00	27,00±1,00
	Sombra	16,00±2,00	18,00±16,00	13,00±1,00	19,00±10,00
Pant	Sol	30,00±20,00	30,00±17,00	26,00±6,00	30,00±17,00
	Sombra	36,00±10,00	27,00±1,00	11,00±7,00	34,00±14,00
Nel	Sol	14,00±8,00	15,00±4,00	9,00±2,00	34,00±21,00
	Sombra	16,00±11,00	17,00±0,00	17,00±10,00	21,00±6,00

D0, D27, D55 e D83= dias de tratamento. P> 0,05.

Tabela 6. Média e desvio padrão para número de células com membrana plasmática íntegra e acrossoma não reagido (%) do sêmen fresco de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste

Raças	Tratamento	Coletas			
		D0	D27	D55	D83
CL	Sol	60,00±27,00	46,00±14,00	67,00±2,00	35,00±7,00
	Sombra	66,00±25,00	35,00±11,00	71,00±8,00	20,00±13,00
Cur	Sol	42,00±4,00	68,00±29,00	69,00±6,00	20,00±10,00
	Sombra	58,00±9,00	64,00±26,00	53,00±8,00	36,00±31,00
Pant	Sol	67,00±12,00	73,00±4,00	69,00±17,00	18,00±13,00
	Sombra	66,00±21,00	50,00±27,00	63,00±16,00	20,00±14,00
Nel	Sol	61,00±15,00	53,00±21,00	65,00±14,00	43,00±24,00
	Sombra	69,00±15,00	41,00±4,00	54,00±1,00	55,00±36,00

D0, D27, D55 e D83= dias de tratamento. P> 0,05.

A motilidade progressiva do sêmen após o descongelamento é mostrada na Tabela 7, e foi semelhante para todas as raças e tratamentos. Semelhante também a quantidade de defeitos maiores no sêmen congelado (Tabela 9). Porém quando observado o número de defeitos menores, os animais da raça Curraleiro Pé-Duro do grupo sol na última coleta, apresenta aumento nessa característica quando comparada a primeira coleta desse mesmo grupo (Tabela 8).

Tabela 7. Médias e desvio padrão para motilidade progressiva (%) do sêmen congelado de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste

Raças	Tratamento	Coletas			
		D0	D27	D55	D83
CL	Sol	26,00±9,00	27,00±20,00	29,00±9,00	27,00±17,00
	Sombra	22,00±4,00	20,00±12,00	41,00±19,00	45,00±5,00
Cur	Sol	21,00±10,00	38,00±6,00	27,00±1,00	46,00±10,00
	Sombra	30,00±5,00	26,00±2,00	19,00±7,00	43,00±1,00
Pant	Sol	22,00±1,00	32,00±7,00	28,00±8,00	31,00±9,00
	Sombra	27,00±0,00	21,00±7,00	27,00±8,00	30,00±8,00
Nel	Sol	30,00±6,00	22,00±4,00	29,00±6,00	27,00±1,00
	Sombra	25,00±3,00	17,00±4,00	19,00±0,00	32,00±17,00

D0, D27, D55 e D83= dias de tratamento. P> 0,05.

Tabela 8. Médias e desvio padrão para defeitos menores (%) do sêmen congelado de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste

Raças	Tratamento	Coletas			
		D0	D27	D55	D83
CL	Sol	4,00±2,00 <sup>ABC</sup>	6,00±4,00 <sup>ABC</sup>	10,00±4,00 <sup>ABC</sup>	9,00±4,00 <sup>ABC</sup>
	Sombra	3,00±1,00 <sup>BC</sup>	5,00±1,00 <sup>ABC</sup>	13,00±5,00 <sup>AB</sup>	7,00±6,00 <sup>ABC</sup>
Cur	Sol	1,00±0,00 <sup>C</sup>	5,00±0,00 <sup>ABC</sup>	8,00±4,00 <sup>ABC</sup>	15,00±0,00 <sup>A</sup>
	Sombra	5,00±1,00 <sup>ABC</sup>	6,00±1,00 <sup>ABC</sup>	12,00±0,00 <sup>ABC</sup>	7,00±4,00 <sup>ABC</sup>
Pant	Sol	4,00±2,00 <sup>ABC</sup>	5,00±4,00 <sup>ABC</sup>	11,00±3,00 <sup>ABC</sup>	10,00±2,00 <sup>ABC</sup>
	Sombra	10,00±0,00 <sup>ABC</sup>	4,00±1,00 <sup>ABC</sup>	8,00±2,00 <sup>ABC</sup>	8,00±4,00 <sup>ABC</sup>
Nel	Sol	5,00±3,00 <sup>ABC</sup>	6,00±3,00 <sup>ABC</sup>	9,00±1,00 <sup>ABC</sup>	10,00±5,00 <sup>ABC</sup>
	Sombra	5,00±1,00 <sup>ABC</sup>	4,00±1,00 <sup>ABC</sup>	9,00±5,00 <sup>ABC</sup>	10,00±0,00 <sup>ABC</sup>

Letras diferentes na mesma linha e coluna apresentam diferença significativa (P≤0,05).



Tabela 9. Médias e desvio padrão para defeitos totais (%) do sêmen congelado de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste

Raças	Tratamento	Coletas			
		D0	D27	D55	D83
CL	Sol	11,00±3,00	14,00±8,00	22,00±5,00	17,00±4,00
	Sombra	16,00±10,00	12,00±3,00	22,00±10,00	20,00±1,00
Cur	Sol	12,00±4,00	14,00±1,00	17,00±4,00	25,00±1,00
	Sombra	12,00±4,00	16,00±1,00	29,00±0,00	19,00±1,00
Pant	Sol	32,00±23,00	20,00±19,00	31,00±14,00	25,00±8,00
	Sombra	41,00±0,00	28,00±2,00	25,00±4,00	34,00±5,00
Nel	Sol	13,00±10,00	17,00±3,00	23,00±8,00	25,00±16,00
	Sombra	18,00±2,00	12,00±3,00	19,00±10,00	20,00±0,00

D0, D27, D55 e D83= dias de tratamento. P> 0,05.

Os resultados para avaliação de integridade de membrana plasmática, reação acrossomal e potencial mitocondrial do sêmen congelado não apresentaram diferença significativa entre as raças e tratamentos e estão descritas na Tabela 10. Os grupos também foram semelhantes para velocidade linear progressiva (VSL) e frequência de batimento flagelar (BCF) no sêmen congelado (Tabelas 11 e 12).

Tabela 10. Médias e desvio padrão para número de células com membrana plasmática íntegra, acrossoma não reagido e alto potencial mitocondrial (%) do sêmen congelado de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste

Raças	Tratamento	Coletas			
		D0	D27	D55	D83
CL	Sol	32,00±11,00	38,00±17,00	42,00±12,00	29,00±26,00
	Sombra	44,00±13,00	29,00±11,00	46,00±1,00	53,00±14,00
Cur	Sol	43,00±13,00	50,00±15,00	43,00±2,00	49,00±6,00
	Sombra	43,00±1,00	38,00±13,00	38,00±13,00	49,00±10,00
Pant	Sol	41,00±4,00	45,00±3,00	43,00±3,00	43,00±3,00
	Sombra	48,00±0,00	46,00±2,00	46,00±2,00	44,00±9,00
Nel	Sol	50,00±3,00	37,00±3,00	46,00±13,00	42,00±2,00
	Sombra	54,00±1,00	31,00±3,00	32,00±3,00	42,00±12,00

D0, D27, D55 e D83= dias de tratamento. P> 0,05.

Tabela 11. Médias e desvio padrão para velocidade linear progressiva (VSL) ( $\mu\text{m/s}$ ) do sêmen congelado de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste

Raças	Tratamento	Coletas			
		D0	D27	D55	D83
CL	Sol	60,55±7,85	66,98±5,66	62,57±9,12	59,89±6,53
	Sombra	57,47±0,61	65,83±4,67	66,38±7,95	66,23±12,83
Cur	Sol	57,47±6,98	58,65±2,19	58,06±1,43	66,78±8,80
	Sombra	62,15±9,26	61,93±1,32	59,14±1,00	63,65±1,77
Pant	Sol	54,63±3,88	61,68±6,28	62,96±3,25	66,01±6,31
	Sombra	59,84±4,29	59,17±6,32	61,48±2,30	60,50±2,26
Nel	Sol	54,32±3,81	58,15±5,67	62,88±6,08	59,37±5,14
	Sombra	58,25±6,29	58,25±6,29	67,18±1,73	62,85±8,08

D0, D27, D55 e D83= dias de tratamento.  $P > 0,05$ .

Tabela 12. Médias e desvio padrão para frequência de batimento flagelar (BCF) (Hz) do sêmen congelado de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste

Raças	Tratamento	Coletas			
		D0	D27	D55	D83
CL	Sol	34,87±3,74	32,78±2,83	31,37±3,15	28,49±2,02
	Sombra	28,38±2,30	31,28±4,91	32,40±0,92	32,84±1,40
Cur	Sol	32,08±0,97	30,10±1,48	31,42±3,13	34,78±0,81
	Sombra	36,75±4,45	30,66±0,72	30,60±0,00	32,23±0,39
Pant	Sol	32,28±1,62	29,67±2,81	30,97±1,63	30,19±1,03
	Sombra	28,33±2,37	27,25±0,07	28,63±5,27	27,04±1,28
Nel	Sol	33,60±4,45	31,60±8,53	29,85±4,53	29,33±1,93
	Sombra	29,48±2,09	29,45±0,64	28,30±0,57	30,83±1,32

D0, D27, D55 e D83= dias de tratamento.  $P > 0,05$ .

Os resultados para temperatura de polo proximal (Tabela 13) e temperatura de polo distal do testículo (Tabela 14), mostram que a temperatura testicular sempre esteve abaixo da temperatura retal esperada para a espécie. O gradiente de temperatura (GT), que representa a diferença de temperatura entre o polo proximal e o polo distal do testículo foi semelhante entre todos os grupos e variou de 0,7 a 4,7°C.

Tabela 13. Médias e desvio padrão para temperatura de polo proximal (TPP) (°C) do testículo de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste

Raças	Tratamento	Coletas			
		D0	D27	D55	D83
CL	Sol	32,93±0,61	34,93±0,06	32,23±1,59	33,13±2,23
	Sombra	33,70±0,42	35,25±2,33	32,25±0,64	34,75±0,07
Cur	Sol	34,40±0,99	35,80±0,28	32,75±1,63	33,10±1,41
	Sombra	33,85±0,35	34,20±1,56	31,35±1,48	33,70±1,98
Pant	Sol	35,16±0,21	35,93±0,67	32,60±1,95	33,13±1,95
	Sombra	33,65±0,49	34,40±0,71	31,35±2,33	33,15±0,07
Nel	Sol	34,36±0,87	34,60±2,80	31,00±1,13	33,70±1,48
	Sombra	32,10±1,13	35,00±1,13	32,00±2,12	33,10±0,07

D0, D27, D55 e D83= dias de tratamento. P> 0,05.

Tabela 14. Médias e desvio padrão para temperatura de polo distal (TPD) (°C) do testículo de reprodutores das raças Crioulo Lageana (CL), Curraleiro Pé-Duro (Cur), Pantaneiro (Pant) e Nelore (Nel), submetidos a presença ou ausência de sombra, durante o verão na região Centro-Oeste

Raças	Tratamento	Coletas			
		D0	D27	D55	D83
CL	Sol	30,46±0,91	30,86±2,27	29,80±0,52	31,46±0,76
	Sombra	32,10±0,28	31,35±0,35	30,65±1,34	32,10±0,14
Cur	Sol	30,45±0,35	31,20±1,56	30,30±1,13	30,80±1,56
	Sombra	32,00±0,14	30,00±0,99	29,05±2,47	31,80±1,41
Pant	Sol	30,93±0,75	31,20±0,82	30,40±1,97	31,50±0,53
	Sombra	32,20±0,42	30,50±0,85	23,35±4,45	31,35±0,64
Nel	Sol	31,53±0,80	31,90±1,25	29,73±0,70	31,20±0,80
	Sombra	28,05±0,78	32,30±1,84	29,15±1,20	30,25±0,35

D0, D27, D55 e D83= dias de tratamento. P> 0,05.

## 6. DISCUSSÃO

Este é o primeiro trabalho que reúne três raças taurinas brasileiras localmente adaptadas, Crioulo Lageano, Curraleiro Pé-Duro e Pantaneiro, e a raça zebuína Nelore para a avaliação da qualidade do sêmen fresco e congelado e de características adaptativas. O trabalho foi realizado no verão, período com ITU maiores para a região, e com os animais submetidos ou não a sombreamento a fim de mostrar que a capacidade adaptativa desses animais as condições de clima tropical possibilita a não redução de sua qualidade de sêmen.

Amstrong (1994) afirma que um ITU de 72 causaria prejuízo em vacas leiteiras diminuindo a produção, entretanto, trabalhos mais recentes já demonstram o efeito negativo do estresse térmico em vacas de leite com um ITU de 68 (Collier et al., 2009). Já o gado de corte parece ser menos suscetível ao estresse calórico, entretanto um ITU de 70 a 74 já estaria dentro da zona de alerta para esses animais (Mader et al., 2006).

Além do ITU dentro dos valores de alerta, os animais apresentaram leucócitos, neutrófilos e monócitos um pouco acima do descrito para a espécie em alguns momentos. Jain (1993) e Wood e Quiroz-Rocha (2010) afirmam que animais estressados apresentam sempre aumento nos leucócitos e neutrófilos, e ocasionalmente aumento no número de monócitos. O que poderia caracterizar os animais do presente experimento em estresse térmico. Entretanto, apesar das alterações no leucograma desses animais, o nível de estresse sofrido parece não ter sido suficiente para causar redução nas características de qualidade seminal.

Não foi observada redução na motilidade e vigor espermáticos em nosso experimento, corroborando com os dados de Teixeira et al. (2011) e Moreira et al. (2016) na estação chuvosa. Entretanto, Anchieta et al. (2005) afirmam que a estação mais quente e chuvosa tem efeito negativo sobre a motilidade espermática tanto de touros zebuínos (Nelore e Gir) como

taurinos (predominantemente Holandes) mantidos em piquetes e com acesso a sombra, na região Sudeste. Tal fato sugere a maior adaptabilidade dos taurinos localmente adaptados, afinal não é observada diferença nesse parâmetro, mesmo na estação mais quente e chuvosa do ano.

Pezzini et al. (2006) trabalhando com animais insulados, observaram redução na motilidade espermática de touros Holandeses a partir do 5° dia e Curraleiros Pé- Duro a partir do 9° dia após insulação escrotal, discordando dos resultados obtidos por Hansen (2009), que afirma que o excesso de calor não afeta os espermatozoides presentes no epidídimo no momento do aumento de temperatura. Pezzini et al. (2006) ainda afirmam que houve uma queda de aproximadamente 50 % no vigor espermático dos touros holandeses e que as células que se encontram na espermatocitogênese já são afetadas pelo calor na raça Holandesa, enquanto na raça Curraleira Pé-Duro somente espermátides na fase de maturação foram afetadas. Demonstrando a melhor adaptação da raça naturalizada frente a outros taurinos. No presente experimento não observamos efeito da temperatura na motilidade e no vigor, em nenhum dos momentos, nem em sêmen do epidídimo (D0) nem após a manutenção desses animais com a presença e ausência de sombra, ao final da espermatogênese (D 83).

Apesar do aumento da FR estar diretamente relacionado a situação de estresse térmico, o leve aumento dessa característica no período vespertino, parece demonstrar, um estresse leve e temporário. O que parece não ser suficiente para causar danos aos espermatozoides. Com exceção dos animais Nelores e Curraleiros Pé-Duro mantidos sem sombreamento que apresentaram aumento nos números de defeitos menores na última coleta quando comparada as coletas anteriores. O aumento no número de defeitos espermáticos é observado no mês de abril, refletindo os efeitos do aumento de temperatura sobre os testículos ocorridos há pelo menos duas semanas da coleta do sêmen (Losano et al., 2017), sabendo que as células mais susceptíveis ao efeito negativo do excesso de calor são as que se encontram na fase mitótica, os espermatozoides coletados refletem o estresse térmico sofrido anteriormente e não imediatamente a coleta (Hansen, 2009).

Segundo Blackshaw e Blackshaw (1994) e Brown-Brandl et al. (2005) animais com acesso a sombra apresentam características produtivas e reprodutivas superiores a animais sem acesso a sombra, por conseguirem perder calor mais eficientemente. Essa situação não foi observada em nosso experimento, onde não houve diferença na qualidade seminal entre as raças e os grupos que se encontravam com ou sem acesso a sombra.

Segundo Teixeira et al. (2011) touros Curraleiro Pé-Duro no Centro-Oeste do Brasil apresentam queda na qualidade seminal, demonstrada pelo aumento de defeitos menores presentes nas células espermáticas do sêmen congelado nos meses de fevereiro e março. Os autores creditam a diminuição na qualidade seminal devido as altas temperaturas presentes na região nos meses de verão, mesma época em que foi realizado o presente estudo. Situação semelhante foi mostrada por Moreira et al. (2016), trabalhando com bovinos Pantaneiros na mesma região. Também observamos queda nesse parâmetro no sêmen congelado dos touros Curraleiros Pé-Duro mantidos sem sombreamento. Nichi et al. (2006) também observaram um aumento no número de defeitos menores na estação mais quente do ano em animais Nelore quando comparados ao Simental.

Losano et al. (2017) demonstraram o efeito do estresse térmico na qualidade seminal de touros taurinos insulados por 4 dias. Esses autores observaram que o sêmen coletado 15 e 30 dias após a retirada das bolsas térmicas dos testículos apresentaram baixa qualidade devido ao estresse sofrido durante a espermatogênese, entretanto notaram que aos 45 e 60 dias após a insulação os parâmetros seminais começam a retornar aos parâmetros normais. Isso porque a vascularização testicular retoma sua função e ocorre o bloqueio a hipóxia, causado pelo estresse sofrido. Os resultados encontrados por esses autores, confirmam, que após a retirada do fator estressante, o testículo consegue retomar sua função normalmente. Arteaga et al. (2005) observaram a queda na qualidade seminal ainda mais cedo, segundo estes autores houve decréscimo na motilidade e aumento no número de espermatozoides anormais 7 dias após a retirada de bolsas térmicas mantidas por 4 e 8 dias em taurinos. A insulação escrotal afeta mais eficientemente o testículo do que o aumento da temperatura ambiental, por esse motivo, provavelmente não se observe alterações nos parâmetros seminais em nosso Experimento.

Sekoni et al., 1988, mostraram que animais Zebu x Frisien apresentaram maior número de defeitos totais nas células espermáticas do que touros Zebu puros nos meses mais quentes do ano, mostrando o impacto das altas temperaturas na função testicular em taurinos. O que não parece ocorrer com taurinos localmente adaptados, em nosso estudo esses se mostraram semelhantes ao Nelore em todos os parâmetros de avaliação seminal, demonstrando sua tolerância ao calor, presente na região central do país. Discordando dos resultados acima citados Anchieta et al. (2005) observaram que houve maior descarte de ejaculados baseado nas características físicas e morfológicas das raças zebuínas no período quente e chuvoso

quando comparadas as taurinas. Segundo esses autores após o descongelamento os zebuínos tiveram maior quantidade de doses descartadas nas duas estações do ano quando comparados aos taurinos. Esses autores afirmam que o sêmen de touros taurinos apresentam melhor eficiência no processo de congelação do que zebuínos criados no Sudeste do país, e que esses animais apresentam pouca susceptibilidade a efeitos climáticos.

Não encontramos diferença significativa para o número de células com membrana lesadas. Entretanto, em trabalho de Hamilton et al. (2016) houve aumento no número de células com membrana plasmática lesada e membrana acrossomal reagida, nas seis semanas que se seguiram aos 12 dias de insulação. O fato dos animais se encontrarem insulados pode explicar isso, afinal na insulação escrotal o testículo perde boa parte de sua capacidade termoregulatória, pois a fonte de calor está diretamente no testículo, diferente do que acontece em nosso experimento, onde a temperatura ambiental é o que está atuando sobre o animal.

Hamilton et al. (2016) ainda observaram o aumento de defeitos menores no sêmen fresco de carneiros na quarta semana após retirada de bolsas térmicos testiculares mantidas por 12 dias, ou seja, aproximadamente um ciclo espermático após o início da insulação, que é de 47 dias para essa espécie (Garner e Hafez, 2004). O ciclo espermático bovino é de aproximadamente 61 dias (Garner e Hafez, 2004), então a queda de qualidade demonstrada na última coleta, representaria a injúria sofrida no início e meio do ciclo espermático, que no Experimento podem ser representados por D27 e D55 (respectivamente), dias esses de maior ITU dentre as coletas.

Segundo Munkelwitz e Gilbert (1998), Shiraishi et al. (2012) e Cruz et al. (2015), o estresse térmico prejudica a qualidade seminal porque afeta a multiplicação das espermatogônias e os estágios iniciais da meiose, durante a espermatogênese (Cruz et al.; 2015), por esse motivo, a queda na qualidade espermática normalmente só é observada a partir de duas semanas da injúria testicular sofrida. Os principais mecanismos que ocasionam esses danos celulares são apoptose (Lue et al., 1999, 2002; Yin et al., 1997), quebra da fita de DNA (Shikone et al., 1994; Yin et al., 1997) e principalmente a geração de espécies reativas de oxigênio, por aumento dos mesmos, ou por falhas nos mecanismos antioxidantes (Ahotupa and Huhtaniemi, 1992; Ikeda et al., 1999; Peltola et al., 1995, Nichi et al., 2006).

Menegassi et al. (2016) demonstraram que ITU acima de 80 não foram suficientes para causar danos a morfologia espermática de touros, a ponto de serem considerados inaptos a

reprodução. Entretanto esses autores observaram queda na motilidade e no vigor espermático no final da estação de monta tanto para touros Nelores quanto Braford, vale ressaltar, que um ITU de 80, classificaria esse ambiente na faixa de emergência quanto ao estresse animal (Mader et al., 2006). O fato do ITU não ter ultrapassado a faixa de alerta pode ser a razão de não observarmos alterações quanto a motilidade e vigor nos animais do nosso experimento.

Animais da raça Nelore demonstram alta adaptação ao calor, e taurinos, são tidos como não capazes de realizar a termorregulação testicular da mesma forma que animais zebuínos (Brito et al., 2004). Entretanto, observa-se que as raças taurinas adaptadas responderam de forma semelhante ao Nelore em todos os parâmetros seminais. Demonstrando a adaptação dos bovinos localmente adaptados as altas temperaturas presentes no centro do país.

Esses bovinos possivelmente adquiriram características adaptativas relacionadas a perda de calor (Cardoso et al., 2016), devido a anos de seleção natural em ambientes inóspitos, com presença de altas temperaturas e umidade relativa do ar (McManus et al., 2009).

Das raças localmente adaptadas, o Crioulo Lageano se desenvolveu no planalto Catarinense, região de clima temperado (Egito e Mariante, 2002), entretanto demonstrou características adaptativas ao calor semelhantes as outras duas raças localmente adaptadas (que se desenvolveram em regiões de clima tropical) (Egito e Mariante, 2002; McManus et al., 2009) e ao Nelore. Mostrando que possui resistência tanto a climas frios como climas quentes, como já mostrado em trabalho prévio de Bianchini et al. (2006) avaliando características corporais relacionadas a adaptação climática.

Barbosa et al. (2014) trabalhando com Pantaneiros e Nelores na região do Pantanal, demonstraram que esses animais apresentam alta adaptabilidade e resistência a condições de estresse térmico. Adaptabilidade e resistência também observadas em nosso estudo na região Centro-Oeste, afinal, os animais demonstram poucos sinais de estresse térmico quando observados os parâmetros fisiológicos (FR e leucograma) e poucas alterações quanto aos parâmetros seminais.

Menegassi et al. (2015) afirmam que o gradiente de temperatura testicular diminui no verão, quando comparado a outras estações. No presente Experimento não observamos diferença entre as coletas, raças e tratamentos para essa característica, possivelmente porque todo o período experimental ocorreu durante a mesma estação (verão).



A temperatura testicular para que haja uma perfeita produção espermática deve estar entre 4-6°C abaixo da temperatura corpórea (Kastelic et al., 1996). Wallage et al. (2017) encontrou uma média de temperatura testicular de 35,5 °C, um pouco acima do esperado para testículo. Esses autores afirmam que a diferença de temperatura não foi maior devido ao local de colocação dos data loggers, que foram inseridos na porção média dos testículos. Em nosso estudo a temperatura testicular foi avaliada com a utilização de uma câmera térmica, e os locais de avaliação da temperatura testicular diferem do experimento citado anteriormente, entretanto a TPP mais alta encontrada foi de 35,93°C, e a TPD foi de 32,10 °C, mostrando que a temperatura testicular se manteve dentro da normalidade esperada para a espécie, o que segundo Wallage et al. (2017) demonstra a eficiência na termorregulação testicular.

Menegassi et al. (2015b) encontrou altas correlações positivas entre temperatura de polo proximal (0,69) e polo distal (0,78) e ITU. E observou também aumento dessas temperaturas no verão quando comparadas a outras estações do ano, juntamente com o decréscimo da qualidade espermática nessa época, representadas pelo menor movimento em massa, motilidade e vigor. Nosso trabalho foi executado somente no verão, entretanto, não observamos alterações nas temperaturas testiculares e nem diminuição nos parâmetros seminais, como descritos pelos autores anteriormente citados.

Nota-se que apesar de pequenas flutuações nos parâmetros fisiológicos, que poderiam de certa forma caracterizar condição de estresse climático, devemos ponderar essa definição, pois ao longo de todo o experimento, que foi realizado na estação mais quente e úmida do ano na região, praticamente não observamos alterações na qualidade seminal, demonstrando nas condições do nosso experimento, o pouco efeito desse “estresse” sobre esses animais, que se mostram altamente adaptados ao clima da região.

## **7. CONCLUSÃO**

Os animais das raças localmente adaptadas demonstram adaptação semelhante ao Nelore, quanto a termorregulação testicular, mostrado pela resposta semelhante na qualidade seminal observado em todas as raças.

O ITU na faixa de alerta, não foi capaz de afetar a maioria dos parâmetros relacionados a qualidade seminal desses animais, e esse também não foi suficiente para observarmos os benefícios do fornecimento de sombra

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahotupa, M.; Huhtaniemi, I. Impaired detoxification of reactive oxygen and consequent oxidative stress in experimentally cryptorchid rat testis. **Biology of Reproduction**. v. 46, p. 1114– 1118, 1992.

Anchieta, M. C.; Vale Filho, V. R.; Colosimo, E.; Sampaio, I. B. M. Andrade, V. J. Descarte e congelabilidade do sêmen de touros de raças zebuínas e taurinas em central de inseminação artificial no Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.57, n.2, p.196-204, 2005.

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

Arteaga, A. A.; Barth, A. D.; Brito, L. F. C. Relationship between semen quality and pixel-intensity of testicular ultrasonograms after scrotal insulation in beef bulls. **Theriogenology**. v. 64, p. 408-415, 2005.

Barbosa, B. R. P.; Santos, S. A.; Abreu, U. G. P.; Egito, A. A.; Comastri Filho, J. A.; Juliano, R. S.; Paiva, S. R.; Mcmanus, C. Tolerância ao calor em bovinos das raças Nelore branco, Nelore vermelho e Pantaneira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.15, n.4, p.854-865, 2014.

Bianchini, E.; Mcmanus, C.; Lucci, C. M. et al. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.9, p.1443-1448, 2006.

Blackshaw, J.; Blackshaw, A. W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v. 34, p. 285-95, 1994.

Brito, L. F. C.; Silva, A. E. D. F.; Barbosa, R. T.; Kastelic, J. P. Testicular thermoregulation in *Bos indicus*, crossbred and *Bos taurus* bulls: relationship with scrotal, testicular vascular cone and testicular morphology, and effects on semen quality and sperm production. **Theriogenology**. v. 61, p. 511-528, 2004.

Brown-Brandl, T. M.; Eigenberg, R. A.; Nienaber, J. A.; Hahn, G. L. Dynamic Response Indicators of Heat Stress in Shaded and Non-shaded Feedlot Cattle, Part 1: Analyses of Indicators. **Biosystems Engineering**. v. 90, p. 451–462, 2005.

Cardoso, C. C.; Lima, F. C.; Fioravanti, M. C. S.; Egito, A. A.; Paula E Silva, F. C.; Tanure, C. B.; Peripolli, V.; Mcmanus, C. Heat Tolerance in Curraleiro Pe-Duro, Pantaneiro and Nelore Cattle Using Thermographic Images . **Animals**. v. 6, n. 9, p. 1-11, 2016.

CARVALHO NETO, J. O. **Aspectos moleculares, estruturais e funcionais de espermatozoides bovinos sexados por citometria de fluxo**. 2013. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013. doi:10.11606/T.11.2013.tde-29082013-095902. Acesso em: 2018-01-10.

CBRA. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. ANIMAL, C. B. D. R. Belo Horizonte: CBRA 2013.

Collier, R. J.; Zimbelman, R. B.; Rhoads, R. P.; Rhoads, M. L.; Baumgard, L. H. A Re-evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on Milk Production in High Producing Dairy Cows. In: Western Dairy Management Conference. March 9-11 Reno, NV, 2009.

Cruz Júnior, C. A.; Lucci, C. M.; Peripolli, V.; Silva, A. F.; Menezes, A. M.; Morais, S. R. L.; Araújo, M. S.; Ribeiro, L. M. C. S.; Mattos, R. C.; Mcmanus, C. Effects of testicle insulation on seminal traits in rams: Preliminary study. **Small Ruminant Research**. p. 1-9, 2015a.

Cruz Júnior, C. A.; Lucci, C. M.; Peripolli, V.; Tanure, C. B.; Ribeiro, L. M. C. S.; Barbosa, T. M.; Ramos, A. F.; Louvandini, H.; Mcmanus, C. Laser and thermographic infrared temperatures associated with heat tolerance in adult rams. **Small Ruminant Research**. v. 132, p. 86–91, 2015b.

Garner, D. L.; Hafez, E. S. E. Espermatozoides e plasma seminal. In: Hafez, E. S. E.; Hafez, B. Reprodução Animal. 7ª Edição, Barueri, Editora Manole Ltda, p. 97-110, 2004.

Hamilton, T. R. S.; Mendes, A. M. ; Castro, L. S.; Assis, P. M.; Siqueira, A. F. P.; Delgado, J. C.; Goissis, M. D.; Mui~No- Blanco, T.; Cebrián-P-Erez, J. A.; Nichi, M.; Visintin, J. A.; Assumpção, M. E. O.D. Evaluation of Lasting Effects of Heat Stress on Sperm Profile and Oxidative Status of Ram Semen and Epididymal Sperm. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**. p.1-12, 2016.

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

Harrison, R. A.; Vickers, S. E. Use of fluorescent probes to assess membrane integrity in mammalian spermatozoa. **Journal of Reproduction and Fertility**. v. 88, n. 1, p. 343-52, 1990.

Ikeda, M.; Kodama, H.; Fukuda, J.; Shimizu, Y.; Murata, M.; Kumagai, J.; Tanaka, T. Role of radical oxygen species in rat testicular germ cell apoptosis induced by heat stress. **Biology of Reproduction**. v. 61, p. 393–399, 1999.

Jain, N. C. Comparative hematology of Common Domestic Animals. In: **Essentials of Veterinary Hematology**. 1 ed. Estados Unidos, Williams & Wilkins, 1993, p. 19-54

Kastelic, J. P.; Cook, R. B.; Coulter, G. H.; Saacke, R. G. Insulating the scrotal neck affects semen quality and scrotal/testicular temperatures in the bull. **Theriogenology**. V. 45, p.935–942, 1996.

Klinc, P.; Rath, D. Reduction Of Oxidative Stress In Bovine Spermatozoa During Flow Cytometric Sorting. **Reproduction in Domestic Animals**. v. 42, N. 1, P. 63-7, 2007.

Losano, J. D. A.; Angrimani, D. S. R.; Dalmazzo, A.; Rocha, C. C.; Brito, M. M.; Perez, E. G. A.; Tsunoda, R. H.; Goés, P. A. A.; Mendes, C. M.; Assumpção, M. E. O. A.; Barnabe, V. H.; Nichi, M. Effect of vitamin e and polyunsaturated fatty acids on cryopreserved sperm quality in bos taurus bulls under testicular heat stress. **Animal Biotechnology**. P. 1-10, 2017.

Lue, Y.H.; Hikim, A.P.; Swerdloff, R.S.; Im, P.; Taing, K.S.; Bui, T.; Leung, A.; Wang, C. Single exposure to heat induces stage-specific germ cell apoptosis in rats: role of intratesticular testosterone on stage specificity. **Endocrinology**. v. 140, p. 1709– 1717, 1999.

Lue, Y.H.; Lasley, B.L.; Laughlin, L.S.; Swerdloff, R.S.; Hikim, A.P.; Leung, A.; Overstreet, J.W.; Wang, C. Mild testicular hyperthermia induces profound transitional spermatogenic suppression through increased germ cell apoptosis in adult cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). **Journal of Andrology**. v. 23, p. 799– 805, 2002.

Mader, T. L.; Davis, M. S.; Brown-Brandl, T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**. v. 84, p. 712–719, 2006.

Mariante, A. S.; Egito, A. A.; Albuquerque, M. S. M.; Paiva, S. R.; Ramos, A. F. Managing genetic diversity and society needs. **Revista Brasileira Zootecnia**. v.37, p.127-136, 2008.

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

Menegassi, S. R. O.; Pereira, G. R.; Dias, E. A.; Koetz Junior, C.; Lopes, F. G.; Bremm, C.; Pimentel, C.; Lopes, R. B.; Rocha, M. K.; Carvalho, H. R.; Barcellos, J. O. J. The uses of infrared thermography to evaluate the effects of climatic variables in bull's reproduction. **International Journal of Biometeorology**. 2015.

Menegassi, S. R. O.; Pereira, G. R.; Bremm, C.; Koetz Junior, C.; Lopes, F. G.; Fiorentini, E. C.; Mcmanus, C.; Dias, E. A.; Rocha, M. K.; Lopes, R. B.; Barcellos, J. O. J. Effects of ambient air temperature, humidity, and wind speed on seminal traits in Braford and Nellore

bulls at the Brazilian Pantanal. **International Journal of Meteorology**. 2016.

Moreira, N. H.; Barbosa, E. A.; Nascimento, N. V.; Juliano, R. S.; Abreu, U. G. P.; Ramos, A. F. Influência sazonal sobre o perfil seminal e congelabilidade do sêmen de touros Pantaneiros. **Ciência Animal Brasileira**. v.17, n.1, p. 60-69, 2016.

Munkelwitz, R.; Gilbert, B.R. Are boxer shorts really better? A critical analysis of the role of underwear type in male subfertility. **Journal of Urology**. v. 160, p. 1329–1333, 1998.

Nichi, M.; Bols, P. E. J.; Zuge, R. M.; Barnabe, V. H.; Goovaerts, I. G. F.; Barnabe, R. C.; Cortada, C. N. M. Seasonal variation in semen quality in *Bos indicus* and *Bos taurus* bulls raised under tropical conditions. **Theriogenology**. v.66, p. 822–828, 2006.

Peltola, V.; Huhtaniemi, I.; Ahotupa, M. Abdominal position of the rat testis is associated with high level of lipid peroxidation. **Biology Reproduction**. v. 53, p. 1146–1150, 1995.

Pezzini, T. G.; Sartori, R.; Silva, T. A. S. N.; Mcmanus, C.; Mariante, A. S. Características seminais de touros Curraleiros e Holandeses submetidos à insulação escrotal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.41, n.5, p.863-868, 2006.

Sekoni, V. O.; Kumi-Diaka, J.; Saror, D. I.; Njoku, C. O.; Olorunju, S. A. S. Seasonal and monthly variations in the incidence of morphological abnormalities in bovine spermatozoa in Shika, Zairia, Northern Nigeria. **Animal Reproduction Science**. v. 17, p. 61- 67, 1988.

Setchell, B. P. The Parkes Lecture. Heat and the testis. **Journal of Reproduction and Fertility**. v. 114, p. 179-194, 1998.

Shikone, T.; Billig, H.; Hsueh, A.J. Experimentally induced cryptorchidism increases apoptosis in rat testis. **Biology of Reproduction**. v. 51, p. 865– 872, 1994.

Shiraishi, K.; Matsuyama, H.; Takihara, H. Pathophysiology of varicocele in male infertility in the era of assisted reproductive technology. **International Journal of Urology**. v. 19, p. 538–550, 2012.

Teixeira, H. C. A.; Nascimento, N. V.; Mcmanus, C.; Egito, A. A.; Mariante, A. S.; Ramos, A. F. Seasonal influence on sêmen traits and freezability from locally adapted Curraleiro Bulls. **Animal Reproduction Science**. v. 125, p. 56-61, 2011.

Wallage, A. L.; Johnston, S. D.; Lisle, A. T.; Beard, L.; Lees, A. M.; Collins, C. W.; Gaughan, J. B. Thermoregulation of the bovine scrotum 1: measurements of free-range animals in a paddock and pen. **International Journal of Biometeorology**. 2017.

Wood, D.; Quiroz-Rocha, G. F. Normal Hematology of Catle. In:Schalm's Veterinary Hematology. 6 ed. Singapura, Ho Printing Singapore Pte Ltd, 2010, p. 829- 835.

Yin, Y.; Hawkins, K.L.; Dewolf, W.C.; Morgentaler, A. Heat stress causes testicular germ cell apoptosis in adult mice. **Journal of Andrology**. v. 18, p. 159–165, 1997.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adaptação climática de animais de produção é uma característica importante a ser considerada no Brasil, visto as condições climáticas presentes na maior parte do território. Touros localmente adaptados, não sofrem com estresse térmico na região Centro-Oeste no período de verão.

Os taurinos adaptados, apresentam resistência ao calor, semelhante aos bovinos zebuínos, quando levado em consideração avaliações dos parâmetros fisiológicos relacionados ao estresse térmico, é observado também que não há queda significativa na qualidade espermática desses animais, o que os tornam boas opções como reprodutores nessa região.

Contrariando o esperado, o fornecimento de sombra aos animais, não beneficiou os mesmos possivelmente porque o ITU presente na região durante o verão, não é alto o suficiente para causar danos a animais com ou sem acesso a sombra.