



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**



CORRELAÇÃO ENTRE CONFORTO TÉRMICO E A QUALIDADE DE SÊMEN CRIOPRESERVADO

Tallita Silva de Assis Sales

CAMPO GRANDE, MS

2019

2 **Tallita Silva de Assis Sales**

3

4

5

6 **CORRELAÇÃO ENTRE CONFORTO TÉRMICO E A**
7 **QUALIDADE DE SÊMEN CRIOPRESERVADO**

8 *CORRELATION BETWEEN THERMAL COMFORT AND*
9 *CRIOPRESERVED SEMEN QUALITY*

10

11

12

13

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências Veterinárias
como requisito à obtenção do título de
Mestre em Ciências Veterinárias.

14

15

16

17

18

**Orientadora: Profa. Dra. Eliane Vianna
da Costa e Silva**

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31 CAMPO GRANDE, MS

32

2019

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

“Porque dele e por ele, e para ele, são todas
as coisas; glória, pois, a ele eternamente.

63

Amém.”

64

65

66

Romanos 11:36

AGRADECIMENTOS

67

68

69 Agradeço à Deus em primeiro lugar, por ter me sustentado até aqui, por
70 não ter me deixado desistir e ter me capacitado, quando muitas vezes eu mesma
71 não acreditava. A Ele a honra, a gloria e o louvor! Porque Dele, por Ele e para Ele
72 são todas as coisas. Amém.

73

74

75

Ao meu marido e amor, Alan Marcos F. D. Sales, por me suportar e acalmar
nos momentos difíceis e por compartilhar dos momentos felizes, obrigada por me
fazer pensar com a razão e assim, solucionar os problemas.

76

77

78

79

80

81

82

Agradeço aos meus pais, Marco Antônio de Assis e Sineide Pedro da Silva,
que me ampararam e acreditaram em mim. Aos meus irmãos mais novos, Talles
Edmundo de Assis e Thaise Silva Assis, por terem compartilhado comigo minhas
felicidades e tristezas. Aos meus avós pelo apoio e aos demais familiares por
sempre estarem presentes e acreditarem em mim. A todos meus amigos de sala
do mestrado que foram de fundamental importância para meu crescimento
científico, e aos meus demais amigos, obrigada pela parceria de sempre.

83

84

85

86

87

88

89

À minha mestra e orientadora, Eliane Vianna da Costa e Silva, por todas as
ideias e conversas construtivas que já tivemos, quando pôde me passar um
pouquinho de sua experiência de vida não só na área da Medicina Veterinária.
Obrigada por sempre acreditar em mim. A todos os demais professores que nos
instruíram e ampararam durante as aulas do mestrado e por serem tão atenciosos,
em especial ao Professor Dr. Valter Joost Van Onselen pelo apoio emocional e
científico.

90

91

92

93

94

95

À Bolsas Capes, pois através do seu amparo financeiro me permitiu
concluir o mestrado. À central de inseminação artificial Alta Genetics do Brasil
LTDA, por ter colaborado com a disponibilidade da coleta dos dados amostrais do
início ao fim, e assim, ter possibilitado a existência desta pesquisa. A todos, meu
muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO.....	Vii
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1. Fatores climáticos ambientais interferentes no conforto térmico	11
2.2. Mecanismos físicos de transferência de energia térmica.....	11
2.3. Recursos de termorregulação animal.....	14
2.3.1. Sistema nervoso autônomo e circulatórios.....	14
2.3.2. Pele e anexos.....	15
2.3.3. Ação hormonal da tireoide.....	16
2.3.4. Gordura marrom.....	16
2.4. Meios adaptativos.....	17
2.5. Termorregulação testicular.....	17
2.6. Espermatogênese e o estresse térmico.....	18
2.7. Índices de conforto térmico.....	21
3. Referências Bibliográficas.....	24
CAPÍTULO 1.....	29
Resumo.....	29
Introdução.....	30
Materiais e métodos.....	31
Resultados e discussão.....	33
Conclusões.....	39
Referências.....	40

96

97

98

99

100

101

102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Tabela 1. Médias ajustadas e erro-padrão para as características do ejaculado de touros nas quatro estações.....	35
Tabela 2.	Tabela 2. Médias ajustadas e erro-padrão da morfologia espermática de touros nas quatro estações.....	35
Tabela 3.	Tabela 3. Médias ajustadas e erro-padrão das características pós descongelamento do ejaculado de touros nas quatro estações.....	36

103

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1.	Valores médios do ITU ao longo das estações climáticas durante o período estudado.....	33
Figura 2.	Valor predito de número de doses de ejaculados de touros de todos os genótipos mantidos em CCPS em função do ITU aos 40 ^o dias da espermatogênese.....	38
Figura 3.	Valor predito da variação dos defeitos menores de touros nos três genótipos, mantidos em CCPS em função do ITU aos 50 ^o dias de espermatogênese touros das raças Nelore (N), Girolando(G) e Angus (A), em uma CCPS.....	39

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

RESUMO

ASSIS-SALES, T.S. Conforto térmico e qualidade de sêmen criopreservado ao longo do ano de touros de diferentes genótipos em uma central de coleta e processamento. 2019. P.41. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2019.

Tem-se a necessidade de se conhecer da termofisiologia e os fatores ambientais e climáticos interferentes a fim de melhorar os sistemas de produção, principalmente de touros usados para um aproveitamento espermático de qualidade. A termorregulação local e geral não atuam em separado, ao passo que, nos testículos a termorregulação testicular desempenha um papel de fundamental importância na qualidade espermática de touros. Foram avaliados 16 touros dos genótipos Nelore, Girolando e Angus, durante 12 meses e mensurados os parâmetros microclimáticos (através do aparelho termohigrômetro e calculado o Índice de Temperatura e Umidade -ITU), bem como a qualidade do sêmen fresco e pós-descongelção. Foram calculados os ITU -70 no dia da coleta seminal (representando o final de um ciclo espermático) ITU -60, ITU -50, ITU -40, ITU -25, ITU -10 e ITU0 (representando o começo da espermatogênese). Houve influência das variações climáticas no número de doses nos diferentes genótipos considerando a taxa de aprovação e o ITU apresentado 40 dias antes do final da espermatogênese e aumento de defeitos menores apresentados no ITU 50 dias antes do final da espermatogênese.

Palavras-chave: bovino, estresse térmico, ambiente

ABSTRACT

It is necessary to know the thermophysiology and the interfering environmental and climatic factors to improve the production systems, especially of bulls used for the use of quality spermatozoa. Local and general thermoregulation do not work separately, whereas testicular thermoregulation in the testes plays a key role in the sperm quality of bulls. Sixteen bulls of the genotypes Nelore, Girolando and Angus were evaluated for 12 months and the microclimatic parameters were measured (using thermohygrometer and Temperature and Humidity Index - THI), as well as the quality of fresh and post-thawed semen. The THI-70 was calculated on the day of the seminal collection (representing the end of a sperm cycle) THI-60, THI-50, THI-40, THI-25, THI-10 and THI 0 (representing the beginning of spermatogenesis). There was influence of the climatic variations in the number of doses in the different genotypes, considering the approval rate and the THI presented 40 days before the end of the spermatogenesis and increase of minor defects presented in the THI 50 days before the end of the spermatogenesis.

Key words: bovine, thermal stress, environment

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório INDEX da Associação Brasileira de Inseminação Artificial - ASBIA 2019, foram comercializadas 13.831.149 doses de sêmen de touros contra 12.134.438 do ano de 2017, representando um aumento de 14%, mais expressivamente comercializados no segundo semestre de 2018. As exportações apresentaram acréscimo de 22,5%, com 418.988 doses embarcadas. Em contrapartida, devido a necessidade cada vez maior de produção, pode ser negligenciada a necessidade do conforto térmico adequado aos reprodutores bovinos frente a ambientes hostis.

Para uma maior eficiência na produção pecuária deve-se considerar a interação animal e ambiente. Para tanto, é necessário compreender a complexa integração dos diferentes sistemas a fim de manter o animal em sua Zona de Conforto Térmico (ZTC) e sanar prejuízos causados por variações climáticas interferentes (Pereira, 2005; Souza et al., 2005). Em bovinos, existem variações entre raças quanto a ZTC, que quando alterada pode acarretar disfunção celular, causando prejuízo na qualidade espermática (Waites, 1970; Blackshaw & Blackshaw, 1994).

As alterações das épocas mais quentes do ano, por exemplo, podem afetar diretamente a produção espermática de touros, originado pelo estresse térmico por calor, podendo apresentar queda na fertilidade em decorrência da hipóxia do parênquima testicular e conseqüente degeneração testicular, aumentando assim, os níveis de estresse oxidativo do ejaculado e como resultado, aumento de defeitos espermáticos, diminuição da motilidade, vigor, concentração, entre outros (Nichi et al., 2006; Takahashi et al., 2009; Chacur et al., 2012).

No ambiente tropical o sombreamento é a primeira estratégia pensada para minimizar os efeitos do calor, no entanto a forma como essa sombra se apresenta, densidade, posicionamento de árvores, pode se traduzir em melhora de conforto térmico ou não (Karvatte Jr. et al., 2016). Sendo assim, a preocupação com o conforto térmico do animal diz respeito a melhorar o bem-estar e trata-se de uma preocupação cada vez maior para os sistemas de produção. Para estabelecer estratégias que garantam um bem-estar animal bom é preciso conhecer os mecanismos termofisiológicos e desenvolver estratégias de manejo ambiental que possam efetivamente melhorar os sistemas de produção, principalmente de touros

usados com o intuito de um aproveitamento espermático de qualidade. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito das varrições climáticas sobre a produtividade de sêmen de touros de diferentes genótipos sob regime de coleta de sêmen.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fatores climáticos ambientais interferentes no conforto térmico

O ambiente é formado por um envolvimento complexo de tudo que afeta a constituição, o comportamento e a evolução de um organismo (Silva, 2000; Pinheiro, 2015). De forma direta, as variáveis meteorológicas (temperatura do ar, radiação solar, umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento), atuam sobre o animal que busca constantemente adaptar-se às condições ambientais a que está exposto em busca do bem-estar (Deitenbach et al., 2008; Rossarolla, 2007). Segundo Silva (2000), a condição ambiental capaz de manter a temperatura corporal constante nos animais em geral é de uma temperatura ambiente entre aproximadamente 13 e 18°C e umidade relativa entre 60 e 70%, passado estes valores os animais necessitam de ajustes fisiológicos para manter-se longe do estresse térmico (Nããs, 1989).

A UR indica o quanto o ar está próximo da saturação em vapor de água e quando muito baixa pode causar desidratação e irritação de peles e mucosas e quando muito alta dificulta a perda de calor corporal para o meio comprometendo, assim, o equilíbrio térmico. Em definição, o vento se caracteriza como movimento normal das massas de ar que ocorre em razão das diferenças de alta e baixa pressão devido as diferenças de temperatura entre dois meios, acarretando em deslocamento dessas massas de ar e sua velocidade e trata-se de um fator fundamental para determinar as trocas térmicas por convecção e evaporação (Silva, 2000).

2.2. Mecanismos físicos de transferência de energia térmica

Os animais possuem mecanismos básicos para perda/absorção de calor que podem ser divididos em duas categorias: NÃO-VAPORATIVOS ou SENSÍVEL e os EVAPORATIVOS ou LATENTES. Os meios não- evaporativos ou sensíveis incluem a condução, convecção e radiação e necessita de uma diferença de temperatura entre o animal e o ambiente ao qual esteja inserido (Silva, 2000). Os meios evaporativos, ou latentes, incluem a perda de calor por evaporação de água seja por sudorese ou respiração (Hansen, 2004).

Através do mecanismo de condução térmica, ocorre a transferência de energia térmica entre dois corpos por meio da energia cinética das moléculas de alta energia para a mais baixa, ou seja, passa de zonas de alta temperatura para uma inferior e necessita contato entre as moléculas envolvidas e é significativo sob condições específicas como contato com objeto frio, chão frio ou imersão em água (Bridi, 2010).

A convecção ocorre quando uma corrente de fluido líquido ou gasoso absorve calor de um dado local e se desloca para outro local e posteriormente se mistura com porções mais frias e transfere energia térmica a elas. Como exemplo, temos a troca de calor com a pele, possível pelo baixo calor específico do ar que em contato com o mesmo se aquece rapidamente e sobe posteriormente sendo substituído por ar mais frio, estabelecendo assim correntes de convecção e mantendo o gradiente de temperatura entre a pele e o ar circundante (Hardy, 1981).

A radiação é o calor radiante transmitido por ondas eletromagnéticas convertidas em calor quando incididas sobre superfícies mais frias, é considerada a maior fonte de calor adquirida pelos animais através do ambiente (Hardy, 1981). Quando atinge uma superfície qualquer, parte dessa energia incidente é refletida, parte absorvida e parte transmitida através da massa sob a superfície (Silva, 2000). A emissividade se dá pela capacidade da superfície de um dado objeto emitir ou irradiar a energia térmica radiante nela contida através de ondas eletromagnéticas e tende a ser maior em um corpo negro (Bridi, 2010; Hardy, 1981).

As sombras são reconhecidamente benéficas e recomendadas em clima quente (Bennet, Finch e Holmes, 1985; Blackshaw & Blackshaw, 1994), seu uso na criação de animais de produção funciona como uma barreira contra a radiação

propriamente dita e não, como muitas vezes confundido, contra o calor, já que a temperatura do ar permanece a mesma. (Silva, 2000). Os benefícios deste recurso tendem a ser mais aparentes em *Bos taurus* quando a temperatura excede 20°C (Kasama et al., 2008). O ambiente radiante de um animal sob abrigo se dá por solos frios e quentes dentro e fora da sombra, face inferior do teto do abrigo, faixa de 10° acima do horizonte e o restante do hemisfério celeste que não é interrompido pelo teto do abrigo (Silva 2000).

A evaporação se caracteriza pelo processo físico do movimento das águas que formam vapor e seu excesso se precipita em forma líquida, causando um fenômeno de condensação. Nos animais a evaporação caracteriza-se pela perda insensível de água pela pele e respiração. Quanto mais alta a temperatura, mais produção de vapor para a atmosfera e maior a pressão de saturação ocorre. Em locais úmidos, a perda de calor por evaporação é prejudicada proporcionando um enorme estresse calórico animal (Bridi, 2010). O sistema respiratório é um dos primeiros mecanismos acionados em caso de estresse por calor nos animais. Animais sob estresse térmico por calor apresentaram uma maior frequência respiratória por minuto, trata-se então de uma liberação de calor por meio evaporativo (Rossarolla, 2007).

Sabe-se que zebuínos possuem capacidade de termorregulação superior às taurinas por terem produção de calor reduzida, devido ao fato de apresentarem facilidade em dissipar calor do interior corporal para a pele, sob temperaturas elevadas (Vogler et al., 1993). Estudos mostraram que o estresse por calor afeta mais os *Bos taurus* em comparação aos *Bos indicus* (Costa e Silva et al., 2015). No entanto, Chacur et al. (2012) verificaram efeito menor das estações mais quentes sobre a qualidade espermática de touros da raça Simental em comparação às estações mais frias.

Em resumo, o conforto térmico descreve uma situação em que o balanço térmico é nulo, ou seja, o que o organismo do animal produz mais o que ganha do ambiente é igual ao calor perdido por meio da condução, radiação, convecção, evaporação e do calor contido nas substâncias corporais eliminadas (Silva, 2000), e que se não ocorrido, o animal busca outros meios da termorregulação, afim de ganhar ou perder calor para o ambiente (Rossarolla, 2007).

2.3. Recursos de termorregulação animal

Na termorregulação, a definição de termogênese se refere a produção de calor, já a termólise se define pela perda de calor e ambas trabalham a fim de controlar a homeostase corporal e envolvem três mecanismos básicos: O comportamento animal, mecanismos autônomos e adaptativos (Hardy 1981; Kastelic et al., 1997).

O animal tem seu comportamento alterado em resposta a temperatura ambiente ao qual está exposto, favorecendo a perda de calor ou o ganho do mesmo (Bertipaglia, 2007). Em temperaturas elevadas tendem a buscar abrigo de sombras, aumenta o consumo de água, diminui o consumo de alimentos e se movimenta menos (Titto et al., 1998; Baccari Jr. 1997; Pires et al., 1998). Em baixas temperaturas, tendem a se aglomerar e usam barreira vegetal contra o vento, por exemplo (Kastelic, 1997; Pereira, 2017).

2.3.1. Sistema nervoso autônomo e circulatórios

Nos mecanismos autônomos, as funções orgânicas (fluxo sanguíneo, glândulas sudoríparas, sistema respiratório, variação da posição do pelo e penas, ação hormonal, etc) controlam a homeotermia corporal (Silva, 2000). Para tanto, é necessário um centro controlador das informações que integre o fluxo de informação sensorial sobre a temperatura externa e a energia interna já existente a fim de modificá-la para que o animal alcance a homeostase. Os termorreceptores centrais e periféricos levam a informação externa captada ao centro controlador, o hipotálamo (Hansen, 2004; Tosetto et al., 2014). E com grande influência sobre a hipófise anterior e posterior, ele controla grande parte da função endócrina do corpo e o sistema nervoso autônomo (Hardy, 1981).

A circulação sanguínea permite a manutenção da homeotermia através de um mecanismo chamado intercâmbio de calor por contracorrente, em que o sangue arterial flui do interior para a periferia paralelamente ao sangue venoso (Hansen, 2004). Assim, o sangue arterial que flui do interior para a periferia do corpo troca calor com o sangue venoso que se apresenta em direção oposta. Em casos de hipotermia, ocorre a vasodilatação e o fluxo sanguíneo para a superfície corporal é

reduzido, tendo a temperatura da pele diminuída, diminui-se a perda de calor por convecção (Hardy, 1981). Quando da hipertermia, ocorre o fluxo sanguíneo em direção contrária, acionado pelo sistema nervoso autônomo, as paredes dos vasos sanguíneos sofrem dilatação e retornam ao interior corporal por vias superficiais com a possibilidade de troca de calor com o ambiente (Silva, 2000).

2.3.2. Pele e anexos

A capa é o termo que se dá a camada protetora de efeito mecânico da epiderme, mais especificamente, pelos, velo e penas.

Para os mamíferos, o tipo de pelame, suas dimensões, número de fibras por unidade de área animal e espessura são de fundamental importância para a eficiência na termólise evaporativa (calor latente de evaporação da epiderme à atmosfera (Pereira, 2017). Por exemplo, quanto maior o número de fibras presentes, maior a quantidade de energia térmica conduzida através da capa, e ainda, fibras mais finas, compridas e menos numerosas que formam um emaranhado, apresentam passagem mais limitada de calor devido sua resistência térmica. Ao ar livre a resistência do pelame pode diminuir com a velocidade do vento, e a convecção formada pode se tornar a forma de transferência térmica mais vantajosa ao animal. Enquanto que pelames densos oferece proteção contra perdas térmicas (Silva, 2000).

O fluxo de energia por condução depende da fração da área e volume de pelame apresentado pelo bovino. Quanto a radiação solar, pelames mais escuros possuem capacidade maior de absorção de ondas curtas, armazenando maior quantidade de energia térmica, o que pode aumentar o estresse por calor no bovino (Pereira, 2017). Quando a níveis críticos da perda de temperatura ambiente, o organismo lança mão de mecanismos como a vasoconstrição, diminuindo assim a transferência de calor com o ambiente e a piloereção proporciona o aumento do ângulo do pelo em relação à pele, acarretando em uma maior superfície de contato em busca de calor (Silva, 2000).

Concomitantemente, em altas temperaturas, aumenta-se o aporte sanguíneo para a epiderme e conseqüentemente aumenta-se a matéria prima para a ação das glândulas sudoríparas (Carvalho, 1995). O acúmulo de fluido das células epiteliais cria uma pressão hidrostática em que o fluido passa da parede

celular para o lúmen da glândula e após este efeito, para a superfície através da contração da miofibrilas nelas presente. Touros de raças zebuínas apresentam maior quantidade e tamanho de glândulas sudoríparas e mais superficiais consequentemente maior taxa de sudorese se comparado a touros europeus (Hansen, 2004).

2.3.3. Ação hormonal da tireoide

Quanto da ação hormonal, a tireoide é responsável pela termogênese obrigatória e exerce papel importante na regulação da temperatura corporal quando esta se encontra em uma temperatura média basal baixa. Em baixas temperaturas, a produção dos hormônios tiroxina (T3) e triiodotironina (T4) se elevam, fazendo com que o consumo de oxigênio pelas células aumente e consequentemente eleve-se a produção de calor de quase todos os tecidos metabolicamente ativos (Hardy, 1981).

O frio é um estímulo potente para o funcionamento desta glândula. Basicamente, a baixa temperatura ativa as regiões hipotalâmicas liberando um polipeptídeo chamado de fator de liberação da tirotropina, que por sua vez, segue pelos vasos portais que ligam o hipotálamo e a glândula pituitária anterior, liberando assim o hormônio estimulador da tireoide. Seguindo este pelo sangue, chega à tireoide promovendo a síntese e liberação dos hormônios T3 e T4 e ajuda na resposta inicial do animal ao frio, que em maior duração, prolonga-se também a ação hormonal glandular (Hardy, 1981; Silva, 2000).

Outra ação hormonal importante acontece pela liberação de adrenalina das glândulas adrenais acarretando em um aumento da duração imediata de calor. Este processo aumenta a oxidação celular em geral e a utilização de carboidratos por conta do aumento da concentração de glicose no sangue (Hardy, 1981; Silva, 2000).

2.3.4 Gordura marrom

A gordura marrom presente em mamíferos recém-nascidos apresenta uma fonte de calor peculiar e versátil. Esta é composta por várias gotículas lipídicas e entremeadas de várias mitocôndrias, exibem ainda suprimento sanguíneo e terminações nervosas simpática. Em atividade, os depósitos de ácidos graxos livres

são queimados com auxílio de enzimas locais o que leva a produção de calor que é levado pelos vasos sanguíneos ao interior do corpo. Em todos estes processos fisiológicos em caso de exposição aos estressores, as funções menos vitais do organismo, como a produção e reprodução, deixam de ter prioridade de funcionamento e por um prazo prolongado de exposição podem afetar órgãos vitais (Menegassi, 2011; Kastelic et al., 1997).

2.4. Meios adaptativos

Por fim e não menos importante, a adaptação dos animais a ambientes adversos não se expressa somente pela sobrevivência, mas também pela sua produção e reprodução condizentes com sua utilização nos sistemas de produção. Os meios adaptativos advêm em médio a longo prazo e podem interferir, por meios genéticos, no tipo de pelame, pigmentação da epiderme, na alteração dos níveis hormonais e depósitos de gordura, a fim de garantir a perpetuação da espécie animal no ambiente em que reside através da adaptação (Façanha, 2013).

2.5. Termorregulação testicular

A termorregulação corporal e as respostas termorreguladoras locais ocorrem simultaneamente. Na termorregulação testicular, é necessário que a temperatura dos testículos permaneça 2° a 6° C abaixo do núcleo do corpo (Kastelic, 1996). Existem alguns fatores estruturais e celulares que facilitam a regulação da temperatura testicular como a presença de glândulas sudoríparas (em maior porcentagem em zebuínos), uma pele de camada fina, pouca camada lipídica, ausência de pelos, o formato do testículo ser pendular, o funículo espermático, dentre outros fatores fisiologicamente ativos (Kastelic, 1997).

Da camada externa para a mais interna do escroto temos: a epiderme acompanhada da derme, seguida da túnica Dartos, uma camada de musculatura lisa termossensível que auxilia na termorregulação através da regulação de sua espessura e a área de superfície de contato do escroto (Junior, 2014). Logo após, encontra-se a túnica vaginal parietal, a cavidade do processo vaginal e a túnica vaginal visceral. Estas túnicas vaginais possuem células mesoteliais que produzem

líquidos que lubrificam os folhetos parietal e visceral, diminuindo assim o atrito e conseqüentemente a produção de calor durante os processos de subida e descida dos testículos (Getty, 1986; Godinho et al., 1981; Hafez & Hafez, 2003).

A túnica albugínea envolve os testículos desde o peritônio parietal abdominal e tem relevância na contração e expansão da pele do escroto de acordo com a temperatura ambiente mantendo uma temperatura uniforme (Kastelic, 1996) e seguida do parênquima testicular. O cordão espermático é uma estrutura que se localiza logo após a abertura do canal inguinal e sua base recobre a extremidade do testículo (Nunes, 2005). É composta pelo epidídimo, ductos deferentes, nervos, vasos linfáticos, músculo cremáster, com importante papel na termorregulação testicular, este é capaz de regular a distância dos testículos em relação ao corpo do bovino, ou seja, em casos de frio, através da contração, o musculo se aproxima do corpo e o contrário em casos de calor (Kastelic 1996), e os vasos sanguíneos, arterial e venoso, que formam o plexo pampiniforme.

Os vasos deste plexo se relacionam intimamente fazendo um mecanismo de contracorrente de perda de calor. As veias testiculares, que por ser longa e espiralada apresentam grande extensão, chegam aos testículos, se enovelam sobre a artéria testicular. Como cede calor, o sangue arterial é capaz de se resfriar antes mesmo de chegar aos testículos (Barros et al., 2011; Getty, 1986, Godinho et al., 1987; Hafez & Hafez 2003; Brito et al., 2004). O fluxo sanguíneo presente no escroto também varia conforme o aumento da temperatura ambiente o que ajuda na dissipação de calor por irradiação (Brito, 2004).

Cook et al. (1994) ressaltaram sobre diferenças encontradas nas características dos funículos espermáticos em diferentes idades de touros, que podem interferir negativa ou positivamente no mecanismo de termorregulação,

alterações estas como: aumento do diâmetro da artéria testicular, distância entre estas e a veias testiculares e a diminuição da espessura de suas paredes.

De fato, a termorregulação testicular possui mecanismos imprescindíveis ao conforto térmico animal que podem se refletir na qualidade espermática desejada.

2.6. Espermatogênese e o estresse térmico

A espermatogênese é um processo de diferenciação celular para formação dos gametas masculinos, que ocorre ainda na fase embrionária e deixa o estado de latência quando o touro entra em puberdade (Rossetto 2004). Sobre o efeito das gonadotropinas dão início ao amadurecimento das células germinativas. Basicamente todo o ciclo de produção destas células é de controle hormonal. Em resumo, “eixo hipotalâmico-hipofisário-testicular” funciona do seguinte modo: quando estimulado, o começa com o hipotálamo libera o hormônio GnRH que estimula a hipófise a produzir os hormônios folículo-estimulante (FHS) e o hormônio luteinizante (LH). O FSH se liga às células de Sertoli, nos testículos, para a liberação de fatores como a inibina, ativina e a proteína ligadora de andrógenos (ABP). O LH estimula as células testiculares e Leydig a produzir a testosterona (Baccari Jr, 2001; Schmidt- Nielsen, 2002). Todos os hormônios esteroides e proteínas produzidos nos testículos servem para manter a funcionalidade normal do eixo, que vai se modulando através de mecanismos de feedback positivos e negativos.

Através da ação destes hormônios, inicia-se a espermatogênese com diversas divisões celulares mitóticas no epitélio germinativo do túbulo seminífero testicular, vão se diferenciando de mais primitivas à formação espermática completa na direção da periferia do túbulo seminífero para o lúmen, são elas: espermatogônias Tipo A e Tipo B. A primeira se define por uma população de reserva, extremamente resistentes à radiação e substâncias tóxicas e a segunda se trata de uma formação proliferativa de células para formação dos dois espermatócitos primários após a divisão mitótica. Posteriormente se apresenta a fase de pré-leptóteno e leptóteno com a duplicação do DNA, a fase de zigóteno com o pareamento dos cromossomos homólogos, a síntese de RNA no estágio celular de paquíteno e os diplótenos com a desinapse dos cromossomos

homólogos. Após a formação dos espermatócitos primários, tem-se a meiose para a formação do espermatócito secundário e posteriormente em possíveis espermatídes redondas e posteriormente alongadas. Esta fase do ciclo dura em média 45 dias (MCLACHLAN et al., 1996).

Na espermiogênese, as espermatídes não sofrem mais nenhuma divisão e cada uma delas formarão os espermatozoides haploides. A partir de então, passarão por processos de metamorfose com transformações citoplasmáticas e nucleares composta pelo sistema acrossômico, que compreenderá a fase de Goldi com a condensação da cromatina, a fase de Capuz, a fase Acrossômica, com formação do acrossoma a fim de facilitar a penetração da célula no gameta feminino e o desaparecimento do citoplasma e por fim, a fase de Maturação. Depois ocorre a formação da bainha caudal com as mitocôndrias dando origem à peça intermediária e a formação do aparelho locomotor a partir do centríolo proximal, formado por microtúbulos e densas fibras que auxiliarão na locomoção dos espermatozoides. Quando já formados são direcionados à cauda do epidídimo onde passam por parte de seu processo de maturação. A formação completa das células espermáticas dura aproximadamente 63 dias no total.

Importante ressaltar que cada ciclo de produção espermático é contínuo e constante e não ocorre em isolado, ao passo que quando um ciclo se finaliza outros já estavam em processo posteriormente. Estão presentes em um ejaculado bovino de 5 a 15 bilhões de células normais e, via de regra, de 65 a 95% são normais (Mclachlan et al., 1996). Muitas podem ser as causas de alterações encontradas no ejaculado, bem como estresse térmico. Quando o animal é exposto a temperaturas muito elevadas, o estresse térmico pode comprometer também a termorregulação testicular, causando uma degeneração testicular e assim, comprometendo motilidade, vigor e concentração espermática (Setchell, 1978; Santos & Simplício, 2000). A degeneração testicular pode levar a um possível aumento do número de células inflamatórias nos testículos e consequente estresse oxidativo. O excesso de radicais livres, mais precisamente pertencentes ao grupo das espécies reativas de oxigênio (ROS), podem provocar uma peroxidação dos ácidos graxos poli-insaturados presentes na membrana celular espermática denominado lipoperoxidação, a tornando mais maleável e desintegrando-a (Nogueira 2013; Hansen, 2004).) Sabe-se ainda que a produção de radicais livres

em demasiado pode desfragmentar o DNA no núcleo espermático (Sun et al., 1997).

A espermatogênese e a produção de andrógenos em camundongos foi interferida também em condições de temperaturas muito baixas, pela isquemia e conseqüentemente um fluxo sanguíneo reduzido no parênquima testicular (Barros et al., 2011; Vandermark e Free, 1970). Outro fator interferente que também está relacionado com a temperatura é o período do ano (Diarra et al., 1997). Em CCPS questiona-se a relação custo-benefício de aproveitamento do sêmen para criopreservação nos períodos mais quentes do ano já que *Bos taurus* não tem apresentado um bom desempenho reprodutivo devido à menor eficiência da termorregulação (Queiroz et al., 2015).

E ainda, as diferentes fases das células germinativas possuem sensibilidade diferentes ao aumento de temperaturas, em que os espermátócitos primários, secundários e espermátides seguem uma escala de mais vulneráveis, moderado e menos sensível, respectivamente (Waites & Setchell, 1964). Assim, mudanças extremas na temperatura ambiente, tanto para o frio como para o calor podem causar alterações na formação dos espermatozoides em diferentes fases e de diferentes maneiras e ainda, mudanças na movimentação dos vasos com alteração do fluxo sanguíneo testicular (Setchell et al., 1995).

2.7. Índices de conforto térmico

Desde reconhecidas as diferenças entre o grau de suporte frente às variações climáticas de cada espécie animal, tem-se feito a elaboração de aparelhos aptos na medição destas variações influenciando no conforto térmico. Estudos de conforto térmico envolvem medidas da temperatura do globo negro e posteriores determinações de índices que expressam o grau de conforto térmico.

Dentre os instrumentos utilizados para medir as grandezas climáticas envolvidas (temperatura do ar, radiação solar, umidade relativa e velocidade do vento), destaca-se o termômetro de globo negro (ou globo de Vernon), desenvolvido por Vernon (1932), trata-se de um meio prático de se quantificar componentes da carga térmica radiante do ambiente composto por uma esfera oca

de cobre, de diâmetros variados, pintado com tinta preta fosca no exterior e instalado um termômetro em seu interior para leitura da temperatura (Souza, 2002).

Estes termômetros de globo negro indicam os efeitos combinados de temperatura, radiação e velocidade do vento (Souza, 2002), e devem ser colocados a uma altura aproximada do centro de massa do animal considerado por todas as extensões do ambiente em estudo (Silva, 2000). Desde a sua primeira criação, o termômetro de globo negro passou por vários testes de materiais utilizados na substituição do cobre como o plástico do tipo cloreto de polivinila (PVC), alumínio e bola de pingue-pongue (Souza, 2002).

Devido à insuficiência e inadequação de se considerar somente a temperatura do ar, sem se considerar a ação de outros fatores como a radiação, o vento, e a umidade, Herrington et al (1937) propuseram o conceito de *Temperatura Operativa*. Esta proposta só seria possível quando se se desconsiderasse as trocas térmicas do animal e o ambiente por condução e evaporação (Silva, 2000). Os primeiros índices propostos foram feitos para avaliar o conforto térmico em humanos (Thom, 1958; Givoni, 1963).

Na década de sessenta, Johnson et al (1963) e Cargill & Stewart (1966) reportaram quedas relevantes na produção de leite de vacas associadas ao aumento do valor do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e assim, passou-se também a descrever o conforto térmico em animais. O ITU, desenvolvido por Thom (1958), foi proposto inicialmente para caracterizar ambientes quanto ao conforto térmico em humanos, sem levar em consideração a radiação térmica, a diferença no interior dos abrigos, à sombra ou sob o sol direto (Takahashi, 2009).

$$ITU = T_s + 0,36 T_{po} + 41,5$$

Em que:

T_s = temperatura ambiente (°C);

T_{po} = temperatura de ponto de orvalho (°C);

De acordo com Hahn (1985), as faixas a seguir podem ser validas para animais domésticos em geral e não apenas para vacas:

ITU = 70 – condição normal;

70 < ITU < 78 – crítico;

79 < ITU < 83 – perigo;

> 83 – emergência.

A radiação térmica corresponde a um fator ambiental importante para animais em campo aberto, mas caso seja usado o ITU para mensuração ambiental, não apresentará diferença entre animais residentes de campo aberto, em abrigos ou à sombra (Silva, 2000). Com o intuito de reparar as falhas do ITU e por se tratar de um índice de conforto térmico mais acurado para vacas expostas a ambientes tropicais, foi proposto por Buffington et al. (1981) o Índice de Globo Negro e Umidade (ITGU), que leva em consideração a radiação solar e o vento, muito usado na bioclimatologia zootécnica, mas desconsidera os mecanismos de termorregulação do animal. Este índice também se aplica a ovinos:

$$\text{ITGU} = T_g + 0,36 T_{po} + 41,5$$

Em que:

T_g = temperatura do globo negro (°C),

T_{po} = temperatura de ponto de orvalho (°C).

O Índice de Globo Úmido (WBGT) proposto por Yaglou e Minardi (1957), desenvolvido especialmente para caracterizar ambientes com animais que apresentam termólise evaporativa através da evaporação cutânea, neste caso, o globo a utilizar deve possuir uma superfície úmida simulando a sudação, mas obteve críticas por desprezar o movimento do ar:

$$\text{WBGT} = 0,7 T_u + 0,3 T_g$$

Em que:

T_u = temperatura de bulbo úmido (°C),

T_g = temperatura de globo negro (°C).

Este globo deve ser coberto com uma camada dupla de tecido de algodão de cor negra, mantida úmida por capilaridade com água destilada reservada sobre o globo. Sua principal deficiência está em não considerar o movimento do ar. Embora estes três índices estejam entre os mais utilizados, existem outros que constantemente vem sendo desenvolvidos a fim de sanar a dificuldade que ainda continua sendo a aplicação destes testes em diferentes condições.

Em 1940, Rhoad comandou provavelmente a primeira tentativa de seleção de bovinos resistentes às condições térmicas desfavoráveis, como em climas tropicais, presos em curral, os animais tiveram a temperatura retal aferida duas vezes nos períodos mais quentes do dia em três repetições. Através da média das seis temperaturas capturadas calcula-se o índice ibéria de tolerância ao calor com variação de 0 a 100:

$$ITC = 100 - 18(t_m - 38,33).$$

Considerando que o ITC não se aplicaria em condições específicas de região e criação, alguns autores foram fazendo adaptações às suas realidades mais precisamente na década de setenta (Rauschenback & Yerokhin, 1975).

3. Referências Bibliográficas

- BACCARI JR F. 2001. Manejo Ambiental de Vacas Leiteiras em Clima Quente. UEL, Londrina. 142p.
- BACCARI JR.F.; AGUIAR, I.S.; DALFAVA, C.; BRASIL, L.H.A.; GOTTSCHALK, A.F. **Comportamento adaptativo termorregulador de vacas holandesas sob radiação solar direta, mediante o aproveitamento de sombra e água.** In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, Lisboa, 1997. **Anais...** Lisboa: APEZ, p. 331-336, 1997.
- BARROS, C.M.Q.; OBA, E.; SIQUEIRA, J.B.; LEAL, L.S.; KASTELIC, J.P. Efeitos da diminuição do fluxo sanguíneo testicular nas temperaturas escrotal superficial, escrotal subcutânea, intratesticular e intravascular em touros. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.35, p. 49-54, 2011.
- BENNETT, I.L.; FINCH.; V.A.; HOLMES.; C.R. Time spent in shade and its relationship with physiological factors of thermoregulation in three breeds of cattle. **Applied Animal Behavior Science**, v. 13, p. 227-236, 1984-1985.
- BERTIPAGLIA, E. C. A.; SILVA, R. G.; CARDOSO, V.; MAIA, A.S.C. Estimativas parâmetros genéticos e fenotípicos de características do pelame e de desempenho reprodutivo de vacas holandesas em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.350-359, 2007.
- BLACKSHAW, J.K.; BLACKSHAW, A.W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.34, p.285-295, 1994.
- BRIDI, A.M. **Adaptação e aclimação animal.** UEL, Londrina, 2010, 15p.
- BRITO, L.F.; SILVA, A.E.; 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, 511–528, 2004.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D.; THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J. Black-Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equations for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-14, 1981.

CARGILL, B.F.; STEWART, R.E. Effect of humidity on total heat and total vapor dissipation of Holstein cows. **Transactions of the ASAE**, p.702-706, 1966.

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

CHACUR, M.G.M.; MIZUSAKI, K.T.; SANTOS, F.H.; CESARE, A.G.; FILHO, L.R.A.; OBA, E.; RAMOS, A.A. Influência da estação do ano nas características do sêmen e na concentração de hormônios em touros Nelore e Simental. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.3, p.540-546, 2012.

COOK, R.B.; COUTER, G.H.; KASTELIC, J.P. The testicular vascular cone, scrotal thermoregulation and their relationship to sperm production and seminal quality in beef bulls. **Theriogenology**, 41:653-671, 1994.

COSTA E SILVA, E.V.; COSTA FILHO, L.C.C.; SOUZA, C.C.; OLIVEIRA, C.C.; QUEIROZ, V.L.D.; ZÚCCARI, C.E.S.N. Seleção de touros para reprodução a campo: novas perspectivas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, p.22-31, 2015.

DAIRRA, M.S.; PARE, J.P.; ROY, G. Genetic and environmental factors affecting semen quality of young Holstein bulls. **Canadian Journal of Animal Science**, v.77, p. 77-85, 1997.

DEITENBACH, A.; FLORIANI, G.S.; DUBOIS, J.C.L.; et al. **Manual agroflorestral para a Mata Atlântica**. Brasília: MDA, FAF, 2008. 196p.

FAÇANHA, D.A.V.; CHAVES, D.F.; MORAIS, J.H.G.; VASCONCELOS, A.M.; COSTA, W.P.; GUILHERMINO, M.M. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.14, n.1, p.91-103, 2013.

GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos**. 5ed. Rio de Janeiro: Guanabara, V.1, 1986. 1134p.

GODINHO H.P., CARDOSO F.M. & NASCIMENTO J.F. 1981. **Anatomia dos**

- Ruminantes Domésticos.** Departamento de Morfologia, Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, Belo Horizonte. 415p.
- HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. **Reprodução animal.** 7eds., São Paulo: Manole, 2003. 530 p.
- HAHN, G.L. Compensatory performance in livestock: influences. In: Yousef, M.K. **Stress physiology.** Boca Raton: CRC Press, v.2. p.52-145, 1985.
- HANSEN, P.J. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. **Animal Reproduction Science**, p.349-360, 2004.
- HARDY, R.N.; **Temperatura e vida animal.** 2º edição. São Paulo: EPU, 1981. 91p.
- HERRINGTON, L.P.; WINSLOW, C.E.A.; GAGGE, A.P. A influência relativa de radiação e convecção na regulação da temperatura vasomotora. **Journal of Physiology**, p.133-143, 1937.
- JOHNSON, H.D.; KIBLER, H.H. Efeitos da temperatura-umidade sobre as taxas de desaparecimento da tiroxina I131 em bovinos. **Journal of Applied Physiology**, p.18, 73–76, 1963.
- JUNIOR, N.K. **Microclima em sistemas de integração e características quanti-qualitativas da sombra de espécies arbóreas nativas e cultivada, no cerrado.** 2014. 83p. Dissertação (Mestrado em Produção e Nutrição Animal) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- KARVATTE JUNIOR, N., KLOSOWSKI, E. S., DE ALMEIDA, R. G., MESQUITA, E. E., OLIVEIRA, C. C., ALVES, F. V. **Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest.** Int J Biometeorol 60, p. 1–9, 2016.
- 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.
- KASTELIC, J.P.; COOK, R.B.; COULTER, G.H. Scrotal/testicular thermoregulation and the effects of increased testicular temperature in the bull. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.3, n.2, 271-282, 1997.
- KAZAMA, R.; ROMA, C. F. C.; BARBOSA, O. R.; ZEOULA, L. M.; DUCATTI, T.; TESOLIN, L.C. Orientação e sombreamento do confinamento na temperatura da superfície do pelame de bovinos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.30, n.2, p.211-216, 2008.
- MCLACHLAN, R. I.; WREFORD, N. G.; O'DONNELL, L.; KRETSER, D. M.;

- ROBERTSON, D. M. The endocrine regulation of spermatogenesis: Independent roles for testosterone and FSH. **Journal of Endocrinology**, v. 148, n. 1, p. 1-9, 1996.
- MENEGASSI, S.R.O.; BARCELLOS J.O.J.; LAMPERT, V.N.; BORGES, J.B.S.; PERIPOLLI, V. Bioeconomic impact of bull breeding soundness examination in cow-calf systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p.441-447, 2011.
- NÃAS, I.A.; **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: ícone Ed., 1989. 183p.
- NICHI, M.; BOLS, P.E.J.; ZUGE, R.M.; BARNABE V.H.; GOOVAERTS I.G.F.; 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.
- NOGUEIRA, B.G.; BITENCOURT, J.L.; SAMPAIO, B.F.B.; BENDER, E.S.C.; COSTA E SILVA, E.V.; ZÚCCARI, C.E.S.N. Peroxidação lipídica e agentes antioxidantes no sêmen de mamíferos. **REDVET - Revista electrónica de Veterinária**, v.15, 15p. 2013.
- NUNES, A.S. **MORFOLOGIA DO FUNÍCULO ESPERMÁTICO E DO ESCROTO EM CAPRINOS, NATIVOS DO ESTADO DO PIAUÍ, COM DIFERENTES CONFIGURAÇÕES ESCROTAIS**. 2005. P.61. Dissertação (mestrado em ciência animal). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí-Teresina.
- PEREIRA, C.C.J. **Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal.**, FEPMVZ. Belo Horizonte, 2005. 195p.
- PEREIRA, J.R.; Montagner, M.M.; Fluck, A.C.; Santiago, A.P. Marcela, A.N. Efeitos do clima sobre a adaptação e fisiologia de bovinos de corte *Bos taurus* x *Bos indicus*. **REDVET - Revista electrónica de Veterinária**, v.18, 13p., 2017.
- PINHEIRO, A.C.; SARAIVA, E.P.; SARAIVA, C.A.S.; FONSECA V.F.G.; ALMEIDA, M.L.V.; SANTOS, S.G.G.C.; AMORIM, M.L.C.M.; NETO, P.J.R. Características anatomofisiológicas de adaptação de bovinos leiteiros ao ambiente tropical, v.36, n.1, p.280-293, 2015.
- PIRES, M.F.A. Reflexo do estresse térmico no comportamento das vacas em lactação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.68-102, 1998.
- QUEIROZ, V.L.D.; COSTA FILHO, L.C.C.; ROSA, L.S.; ZÚCCARI, C.E.S.; COSTA E SILVA, E.V. Sazonalidade na congelabilidade de sêmen bovino. **Arquivo de**

Ciências Veterinárias e Zoologia., p.39-47, 2015.

RAUSCHENBACH, J.O.; YEROKHIN, P.I. Quantitative estimation of heat tolerance in animals. Novosibirsk: **Publishing House Nauka**, 1975.

RHOAD, A.O. O teste de tolerância ao calor para bovinos da Iberia - **Tropical Agriculture Trinidad**, p.162–164. 1944.

ROSSAROLLA, G. **Comportamento de vacas leiteiras da raça Holandesa, em pastagem de milho com e sem sombra**. 2007, 13p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

ROSSETTO, A.G. **Efeitos do estresse térmico testicular e do uso da somatotropina recombinante bovina nas características seminais, integridade de membranas, função mitocondrial e estrutura da cromatina de espermatozoides de touros Simental (Bos taurus taurus)**. 2004. 260p. Tese (Doutorado em Reprodução Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia), Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2004.

SANTOS, D.O.; SIMPLÍCIO, A.A. Parâmetros escroto-testiculares e de sêmen em caprinos adultos submetidos à insulação escrotal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.9, p. 1835-41, 2000.

SCHMIDT- NIELSEN, K. **Fisiologia Animal**. 5ed. São Paulo: Ed. Com. Imp. Ltda. 2002. 611p.

SETCHELL, B.F.; BERGH, A.; WIDMARK, A.; DAMBER J.E. Effect of testicular temperature on vasomotion and blood flow. **International Journal of Andrology**, p.120-126, 1995.

SETCHELL, B.P.; LAURIE, M.S.; MAIN, S.J.; GONT G.C. The Mechanism of Transport of Testosterone through the Walls of the Seminiferous Tubules of the Rat Testis. **International Journal of Andrology, Supplement. 7p. 1978**.

SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Ed. Nobel. 2000. 285p.

SOUZA, C.F.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; FERREIRA, W.P.M.; SILVA, R.S. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.1, p.157-164, 2002.

SOUZA, E.D.; SOUZA, B.B.; SOUZA, W.H.; CEZAR, M.F.; SANTOS, J.R.S.; TAVARES, G.P **Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semiárido**. 2005. 8p. Parte da dissertação (Ciência e Agrotecnologia) - Universidade Federal da Paraíba, João

pessoa.

SUN, J.G.; JURISCOVA, A.; CASPER, R.F. Detection of deoxyribonucleic acid fragmentation in human sperm: correlation with fertilization in vitro. **Biology of Reproduction**, 1997, p.602-700.

TAKAHASHI, L.S.; BILLER, J.D.; TAKAHASHI, K.M. **Bioclimatologia Zootécnica**, 1ª Edição Jaboticabal, 2009. 102p.

THOM, C.E. Grau de refrigeração: dia de ar condicionado, aquecimento e ventilação. **Transação da Sociedade Americana de Aquecimento**, v.55, n.7, p.65-72, 1958.

TITTO, E.A.L. **Clima: Influência na produção de leite**. In: Simpósio Brasileiro de Ambiente na Produção de Leite, 1, 1998, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, p.10-23.

TOSETTO, R.M.; MAIA, A.P.A.; SARUBBI, J.; ZANCANARO, M.D.B.; LIMA, C.Z.; SIPPERT, M. Influência do macroclima e do microclima sobre conforto térmico de vacas leiteiras. **Journal of Animal Behavior and Biometeorology**, p.6-14, 2014.

VANDERMARK N.L.; FREE, M.J. Temperature effects. In: Johnson WR, Gomes WR, Vandermark NL. *The testis*. New York, NY: Academic Press, p.233-312, 1970.

VERNON, H.M.A. Medição do calor radiante em relação ao conforto humano. **Journal of industrial hygiene and toxicology**, v. 14, p.95-111, 1932.

VOGLER, C.J.; BAME, J.H.; DEJARNETTE, J.M.; MCGILLIARD, M.L.; SAACKE, R.G. Effects of elevated testicular temperature on morphology characteristics of ejaculated spermatozoa in the bovine. **Theriogenology**, p.1207–1219, 1993.

WAITES, G. M. H. Temperature regulation and the testis. 1970. In: *The Testis*, Vol. 1, p. 241. Eds. A. D. Johnson, W. R. Gomes and N. L. Van Demark. Academic Press, New York.

WAITES, G.M.H.B.; SETCHELL, P. Effect of local heating on blood flow and metabolism in the testis of conscious ram. **Journal of reproduction and fertility**, p.339-349, 1964.

YAGLOU, C.P.; MINARD, D. AMER. Control of heat casualties at military training centers, **Med. Assn. Archs**. Ind. Health v.16, p.302-316, 1957.

CAPÍTULO 1

Normatizado segundo Periódico: Livestock Science

<https://www.elsevier.com/journals/livestock-science/1871-1413/guide-forauthors>

Correlação entre conforto térmico e a qualidade de sêmen criopreservado
Correlation between thermal comfort and criopreserved semen quality

*Grupo de Estudos e Pesquisas em Reprodução Animal de Mato Grosso do Sul, GERAMS/CNPq, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS.

RESUMO

Este estudo avaliou o efeito das estações do ano sobre a qualidade do sêmen em diferentes genótipos de touros. Dezesesseis touros Nelore, Girolando e Angus foram avaliados em uma rotina de coleta seminal. A qualidade do sêmen fresco e pós-descongelamento foi monitorada por 12 meses. Além das variáveis climáticas ao longo do período serem registradas pelo Índice de Temperatura e Umidade (ITU); foram calculados ITU -70 (dia da coleta e final da espermatogênese), ITU -60, ITU -50, ITU -40, ITU -25, ITU -10 e ITU 0 (sendo ITU 0 o começo da espermatogênese; portanto 70, 60, 50, 40, 25, 10 e 0 dias antes do final da espermatogênese, respectivamente). Variações térmicas sazonais afetaram a qualidade seminal e o número de doses de touros de diferentes genótipos mantidos na rotina da Central de Coleta e Processamento de Sêmen (CCPS). As estações influenciaram o número de doses produzidas diferentemente entre os genótipos: Nelore, Girolando e Angus apresentaram melhor uso de doses no verão, outono e inverno, respectivamente. Houve influência das variáveis microclimáticas no número de doses produzidas considerando o ITU 40 dias antes do dia da coleta e o ITU 50 dias antes do final da espermatogênese afetando as características físicas do sêmen.

Palavras-chave: bovino; estresse térmico; meio ambiente

Abstract- This study evaluated the effect of seasons on the quality of semen in different genotypes of bulls. Sixteen Nelore, Girolando and Angus bulls were evaluated in a seminal collection routine. Semen quality and freezing ejaculates were monitored for 12 months. Besides the climatic variables throughout the period are recorded by the Temperature and Humidity Index (THI); (THI 70, THI 70, THI 25, THI 10, and THI 0 (THI 0 being the beginning of spermatogenesis, therefore, 70, 60, 50, 40, 25, 10 and 0 days before the end of spermatogenesis, respectively. Seasonal temperature variations affected the seminal quality and the number of doses of bulls of different genotypes kept in the routine of the Center for Collection and Semen Processing (CCPS). The seasons influenced the number of doses produced differently among genotypes: Nelore, Girolando and Angus showed better use of doses in summer, autumn and winter, respectively. There was influence of the microclimatic variables in the number of doses produced considering the THI 40 days before collection and the THI 50 days before the end of the spermatogenesis affecting the physical characteristics of the semen.

Key-words: *bovine; environment; thermal stress*

Introdução

Em 2018 o número de doses de sêmen bovino comercializadas para a inseminação artificial foi de 15.367.943, um crescimento de 17,3% se comparado ao ano de 2017 e 86% das inseminações no Brasil foram realizadas pela Inseminação Artificial em Tempo Fixo- IATF (Baruselli, 2019). O bem-estar animal é uma preocupação crescente na cadeia produtiva e tem como um de seus cinco conceitos o “ser livre de medo e estresse” (Broom & Molento, 2004). Sabe-se que o estresse térmico influencia no bem-estar animal e pode acarretar em disfunção celular causando prejuízo na produção de leite, desenvolvimento fetal e na também qualidade espermática (Waites, 1970; Blackshaw & Blackshaw, 1994). Bovinos podem garantir o conforto térmico em uma faixa de temperatura favorável denominada Zona de Conforto Térmico (ZTC), em que a temperatura corporal se mantém constante com o mínimo de esforço fisiológico possível (Baeta & Souza,

1997; Pereira, 2005; Souza et al., 2005). Em touros reprodutores, existe variação entre raças quanto à ZTC que, quando ultrapassada, através da diminuição ou o aumento da temperatura, tem-se o estresse térmico podendo interferir no processo espermático, alterando motilidade, vigor, volume e morfologia espermática (Chacur et al, 2012).

Os meios físicos de transferência de energia térmica corporal dos animais homeotérmicos interagem com mecanismos fisiológicos do bovino para manter na homeotérmica corporal (Kastelic et al., 1997; Hansen, 2004; Tosetto et al., 2014). Sabe-se que raças zebuínas possuem capacidade de termorregulação superior às raças taurinas por apresentarem produção de calor reduzida pois seus tecidos apresentam facilidade em dissipar o fluxo de calor do interior corporal para a pele, sob temperaturas elevadas (Vogler et al., 1993).

Diferentes ambientes podem influenciar no conforto térmico de touros em diferentes raças e de diferentes maneiras. Em Central de Coleta e Processamento de Sêmen (CCPS), por exemplo, há uma gama de variações microclimáticas não mensuradas, podendo existir mudanças de temperaturas entre baias, piquetes ou, até mesmo, CCPS, que muitas vezes são desconhecidas pelos criadores. Para possibilitar uma comparação entre estas distintas localidades e variações climáticas, os chamados Índices Ambientais de Conforto Térmico podem ser medidos através de equipamentos e tecnologia específicos, como por exemplo o termohigrômetro.

Para CCPS, que apresentam rotina de coleta seminal, dá-se a relevante importância de poder interferir na qualidade do ambiente, amenizar os efeitos do estresse térmico e impedir sua interferência na qualidade espermática. O presente trabalho objetivou avaliar o efeito das variações climáticas sazonais sobre a produtividade de sêmen de touros de diferentes genótipos sob regime de coleta de sêmen em uma CCPS.

Materiais e métodos

O estudo foi realizado em uma CCPS, situada na latitude sul 19°69'82", longitude oeste 47°99'96", com clima tropical, com muito mais pluviosidade no verão que no inverno, atingindo média anual de 1479mm³.

A Central de inseminação em questão apresenta uma grande densidade arbórea o que pode facilitar a termorregulação. Foram avaliados dezesseis touros sendo seis Angus, quatro Girolando e seis da raça Nelore, mantidos em rotina de coleta e processamento de sêmen.

A qualidade do sêmen fresco e pós-descongelamento foi acompanhada por 12 meses, no período de janeiro a dezembro/17, bem como as variáveis climáticas mensuradas em todo o período experimental. Os animais da raça Angus deixaram a central na estação da primavera, não sendo possível a obtenção dos dados neste período.

Variáveis microclimáticas e índices de conforto térmico

As coletas dos parâmetros microclimáticos (temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar e velocidade do vento) foram obtidas diariamente, por meio de termohigrômetros programados para registros com intervalos de 60 minutos. A temperatura de globo negro foi registrada por termômetro de globo adaptado, com o uso do material alternativo de plástico do tipo cloreto de polivinila (PVC), oco, com 0,15 m de diâmetro e espessura 0,0005 m, segundo modelo proposto por Souza et al. (2002) e colocados nos piquetes e baias por toda a extensão da CCPS. Para a avaliação da condição de conforto térmico animal utilizaram-se os dados microclimáticos, do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), proposto por Thom (1958): $ITU = T_s + 0,36 T_{po} + 41,5$ em que: T_s : temperatura ambiente e T_{po} : temperatura de ponto de orvalho (°C).

Calculou-se: ITU-70 (considerando o ITU no dia coletado e considerando um ciclo espermático concluído), ITU-60, ITU-50, ITU-40, ITU-25, ITU-10 e ITU0 calculados 60, 50, 40, 25, 10 e 0 dias antes do final da espermatogênese.

Qualidade seminal

A qualidade seminal do ejaculado fresco foi acompanhada na rotina de coleta, seguindo-se os critérios estabelecidos pelo Manual de Andrologia do Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 2013). Para cada ejaculado obtido registrou-se volume (vol, em mL), motilidade (MOT, %), vigor (VIG, 0-5), concentração/mL (CONC) e concentração total (CONCTT). Após a descongelamento, uma dose de cada partida produzida no período experimental foi avaliada quanto a motilidade (MOT-PD), vigor (VIG-PD), morfologia espermática (expressa em porcentagem de defeitos maiores - DMA, menores - DMe, totais - DTT e normais - NOR), além de motilidade (MOT-TTR) e vigor (VIG-TTR) pós- teste de

termorresistência rápido (TTR). Registrou-se ainda o número de doses obtidas (DOSE), as razões de descarte e de forma binomial a aprovação (1) ou reprovação de cada partida.

Todos os procedimentos realizados durante o experimento foram aprovados pela Comissão de Ética para o Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob o protocolo número 649/2014.

Análise estatística

As variáveis da qualidade seminal, variações climáticas e ITU foram correlacionadas entre si por meio de correlação de Pearson. A frequência de aprovação das partidas teve comparação pelo teste de Qui-quadrado entre estações do ano. As médias de variáveis qualitativas de sêmen fresco e congelado foram comparadas por análise de variância, considerando-se o efeito fixo de estação do ano e aprovação, tendo como covariável o ITU-70 (dia da coleta), ITU-60, ITU-50, ITU-40, ITU-25, ITU-10 e ITU0. Médias obtiveram comparação pelo teste de t de *student* considerando-se o nível de significância de 5%. Realizou-se análise de regressão considerando-se os efeitos fixos de estação, ITU-70 (dia da coleta), ITU--60, IT-U50, ITU-40, ITU-25, ITU-10 e ITU0 e o nº de doses produzidas e qualidade seminal.

Resultados e discussão

Os valores médios de ITU variaram de acordo com a estação do ano estudadas como representado pela figura 1.

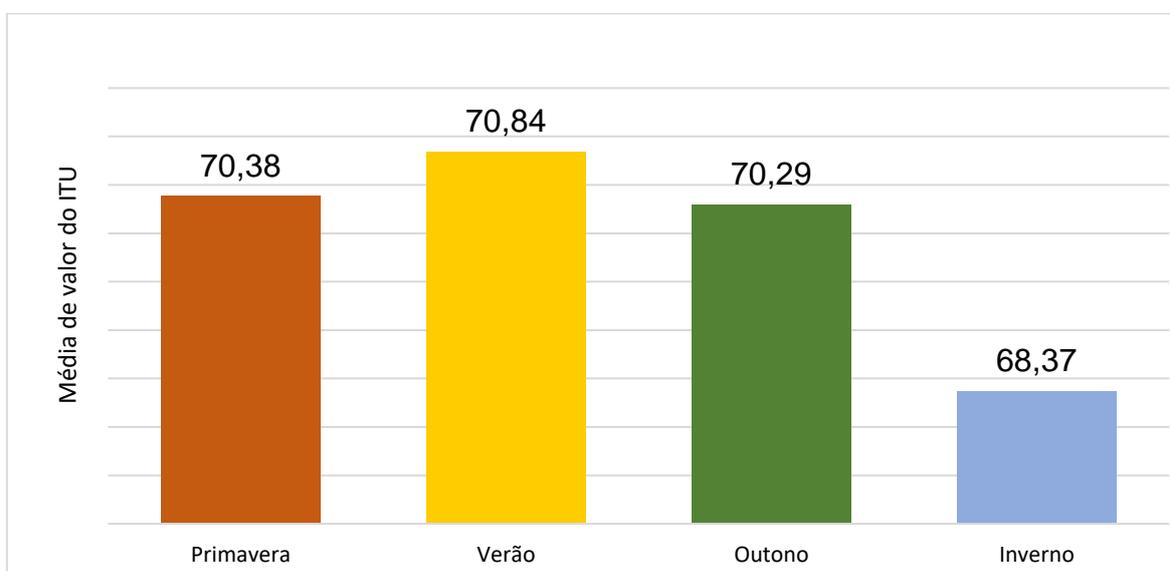


Figura 1. Valores médios do índice de conforto térmico denominado Índice de Temperatura e Umidade (ITU) de uma central de inseminação o período de janeiro a dezembro de 2017.

Durante o período experimental foram aprovadas 12,4% (n=340) das partidas produzidas (n=2750), (Figura 1). O número total de doses de touros Nelore não variou entre as estações do ano ($p>0,05$). Para as características físicas do ejaculado, as estações da primavera e inverno apresentaram as menores médias de volumes de ejaculado para touros da raça Nelore, talvez explicando as médias mais baixas ($P>0,05$) para a concentração por ml dos ejaculados nas mesmas estações. Houve uma superioridade de concentração espermática nas estações da primavera e verão de touros Nelore em relação aos Angus, possivelmente ao fato de as raças europeias estarem menos adaptadas e revelarem indiretamente uma exaustão do seu epitélio germinativo frente às temperaturas e umidade apresentadas no verão. Há a hipótese de que, após expostas à injúrias, as espermatogônias podem ter tido sua capacidade de replicação e multiplicação celular afetadas, ou ainda, uma degeneração celular pelo calor em qualquer outra célula da linhagem espermatogênica, como espermátocitos ou espermátides (Rossetto, 2004).

O verão representou praticamente a estação do ano mais positiva a produção de sêmen de touros da raça Nelore em relação as características físicas do sêmen, como na motilidade por exemplo, fato este relatado também por Oliveira et al. (2013) que consideraram a grande densidade arbórea como fator preponderante para a melhora do conforto térmico dos animais. O mesmo ocorreu com Touros da raça Angus que podem ter apresentando médias significativamente maiores para volume no verão em relação ao inverno, devido ao fato de que a CCPS em questão possui área arborizada expressiva ao redor dos piquetes e baias, possibilitando assim, a amenização do estresse térmico por calor, podendo ser representada também pela baixa diferença entre médias do ITU nas estações climáticas mais quentes do ano em relação as mais frias (fig. 1). Justamente nestas mesmas estações o vigor espermático de touros Angus não diferiu, mas sim apresentou melhores respostas, podendo justificar neste caso, a baixa interferência do ITU no sêmen dos touros do genótipo europeu.

Tabela 1. Médias ajustadas e erro-padrão para as características do ejaculado de touros nas quatro estações.

Variáveis	Raça	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Volume	N	5.80±0.51 ^{Ba}	6.01±0.20 ^{Cb}	5.96±0.25 ^{Cc}	5.68±0.38 ^{Cd}
	G	9.80±0.36 ^{Aa}	9.63±0.16 ^{Aa}	10.02±0.20 ^{Aa}	9.72±0.28 ^{Aa}
	A	-	8.25±0.19 ^{Ba}	7.86±0.20 ^{Bab}	7.19±0.28 ^{Bb}
Motilidade	N	47.10±4.12 ^{Aab}	47.48±2.18 ^{Aa}	52.32±2.34 ^{Babc}	43.40±3.68 ^{Bc}
	G	51.10±1.92 ^{Aab}	47.01±2.44 ^{Abc}	47.19±2.41 ^{Aab}	54.20±1.64 ^{Aa}
	A	±	50.54±1.97 ^{Aa}	44.06±2.11 ^{Bb}	56.86±1.88 ^{Aa}
Vigor	N	3.73±0.32 ^{Aa}	3.81±0.09 ^{Aa}	3.68±0.11 ^{Aa}	3.62±0.16 ^{Aa}
	G	3.28±0.26 ^{Ab}	3.34±0.11 ^{Bb}	3.42±0.11 ^{ABb}	3.87±0.13 ^{Aa}
	A	-	3.68±0.09 ^{Aa}	3.34±0.09 ^{Bb}	3.77±0.12 ^{Aa}
ConcmL	N	1122.95±176.14 ^{Ab}	1611.21±49.59 ^{Aa}	1471.39±59.44 ^{Aa}	1181.84±90.52 ^{Ab}
	G	1348.01±145.97 ^{Aa}	1360.61±62.21 ^{Ba}	1300.97±60.07 ^{Ba}	1414.22±72.39 ^{ABa}
	A	-	1225.94±50.14 ^{Ba}	1142.62±51.75 ^{Ca}	1233.07±64.50 ^{Ba}
Conctt	N	8.42±1.57 ^{Bab}	9.57±0.44 ^{Aa}	9.16±0.53 ^{Ba}	6.53±0.81 ^{Cb}
	G	14.35±1.30 ^{Aa}	11.11±1.09 ^{Ab}	11.59±0.89 ^{Aab}	12.25±1.09 ^{Aab}
	A	-	9.89±0.44 ^{Aa}	9.14±0.46 ^{Ba}	8.62±0.58 ^{Ba}
Doses	N	183.57±34.19 ^{Ba}	157.20±9.54 ^{Aa}	154.96±11.25 ^{Aa}	121.29±16.58 ^{Ba}
	G	275.85±28.34 ^{Aa}	166.84±12.08 ^{Ab}	173.68±11.66 ^{Ab}	180.39±14.05 ^{Ab}
	A	-	134.49±9.73 ^{Aab}	153.98±10.00 ^{Aa}	111.06±12.52 ^{Bb}

Nível de significância de 5% ($P < 0,05$); A, B - letras maiúsculas distintas, nas colunas, diferem entre si ($P < 0,05$); a, b - letras minúsculas distintas, na linha, diferem entre si ($P < 0,05$). Volume – mL, motilidade espermática - %, vigor espermático – 1 a 5, concentração espermática/mL – $\times 10^6$ /mL (ConcmL), Concentração espermática total – $\times 10^9$ (Conctt).

No inverno a maior exigência nutricional nas raças europeias pode interferir nas características avaliadas, especialmente no período das secas, em que a qualidade da pastagem fica prejudicada (Chacur et al., 2012), mas, para o cenário de CCPS estas interferências nutricionais podem não ocorrer de maneira tão acentuada, o que pode explicar em geral a estabilidade na qualidade seminal dos touros.

Tabela 2. Médias ajustadas e erro-padrão da morfologia espermática de touros nas quatro estações.

Variáveis	Raça	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Defmaior (%)	N	10.41±2.42 ^{Aab}	12.31±0.83 ^{Aa}	9.22±0.99 ^{Bb}	12.57±1.79 ^{Ba}
	G	15.04±1.87 ^{Aab}	14.18±1.13 ^{Ab}	13.62±0.94 ^{Ab}	17.41±0.99 ^{Aa}
	A	-	11.52±0.92 ^{Ab}	14.11±0.82 ^{Aa}	13.16±0.91 ^{Ba}
Defmenor (%)	N	10.69±2.81 ^{Aa}	10.41±0.97 ^{Ba}	11.49±1.16 ^{Ba}	12.61±2.08 ^{Aa}
	G	11.21±2.17 ^{Aa}	8.70±.32 ^{Bab}	6.48±1.10 ^{Cb}	5.99±1.16 ^{Bb}
	A	-	15.51±1.08 ^{Aa}	17.61±0.97 ^{Aa}	10.82±1.05 ^{Ab}
Deftt	N	21.10±3.63 ^{Aa}	22.72±1.25 ^{Ba}	20.72±1.49 ^{Ba}	25.18±2.69 ^{Aa}
	G	26.26±2.80 ^{Aa}	22.88±1.70 ^{Bab}	20.10±1.41 ^{Bb}	23.40±1.49 ^{Aa}
	A	-	27.03±1.39 ^{Ab}	31.72±1.24 ^{Aa}	23.99±1.36 ^{Aa}
Normal	N	78.89±3.63 ^{Aa}	77.27±1.25 ^{Aa}	79.28±1.49 ^{Aa}	74.82±2.69 ^{Aa}
	G	73.73±2.80 ^{Aa}	77.12±1.70 ^{Aa}	79.90±1.41 ^{Aa}	76.60±1.49 ^{Aa}
	A	-	72.97±1.39 ^{Aa}	68.28±1.25 ^{Bb}	76.01±1.36 ^{Aa}

Nível de significância de 5% ($P < 0,05$); A, B - letras maiúsculas distintas, nas colunas, diferem entre si ($P < 0,05$); a, b - letras minúsculas distintas, na linha, diferem entre si ($P < 0,05$). defeitos maiores - % (Defmaior), defeitos menores - % (Defmenor), defeitos totais - % (Deftt), Normal,

Quanto às características morfológicas do sêmen de touros Angus, houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as estações verão e inverno, em que elevados defeitos maiores foram encontrados na estação de clima frio, e o resultado apresentado entre as três raças foram variados nas estações de outono e inverno, e não significativos para verão e primavera (Tab. 2). A estação do verão interferiu em praticamente todas as características de pós descongelação analisadas em todas as raças, podendo indicar uma menor resistência na estrutura de membrana espermática ao passar por processos de congelamento, principalmente em períodos em que há maior umidade relativa do ar (Chacur et al., 2012), afirmação esta, confirmada por Silva et al. (2009) em que touros zebuínos e europeus em CCPS apresentaram o ejaculado nos meses mais úmidos do ano com menor qualidade e menor congelabilidade.

O aumento dos defeitos menores no verão, por exemplo, pode ser reflexo de uma degeneração testicular e disfunção epididimária, possivelmente ocorridos devido às altas temperaturas (Pilder et al., 1997). Outro fator predisponente se dá pelo fato de que a redução na qualidade espermática no verão pode ser explicada pelo maior estresse oxidativo sofrido pelas células espermáticas, em períodos de maior exposição a altas temperaturas, como no verão (Nichi et al., 2006).

Tabela 3. Médias ajustadas e erro-padrão das características pós descongelação do ejaculado de touros nas quatro estações.

Variáveis	Raça	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Motpd	N	40.85±1.88 ^{Aa}	36.89±0.83 ^{Ab}	40.45±1.09 ^{Aa}	41.92±1.26 ^{Aa}
	G	36.74±1.49 ^{Aa}	35.42±1.40 ^{Aa}	36.99±1.19 ^{Ba}	36.47±1.36 ^{Ba}
	A	-	34.06±1.10 ^{Bb}	37.52±1.19 ^{Ba}	36.43±1.03 ^{Ba}
VigorPd	N	3.73±0.18 ^{Aa}	3.35±0.08 ^{Cb}	3.69±0.11 ^{Aa}	3.97±0.12 ^{Aa}
	G	3.10±0.15 ^{Bb}	2.98±0.13 ^{Bb}	3.64±0.12 ^{Aa}	3.13±0.13 ^{Cab}
	A	-	3.59±0.11 ^{Aa}	3.72±0.12 ^{Aa}	3.52±0.10 ^{Ba}
Motttr	N	26.46±2.24 ^{Ab}	19.83±0.99 ^{Ac}	23.98±1.30 ^{Ab}	27.53±11.51 ^{Aa}
	G	18.22±1.78 ^{Ba}	17.60±1.67 ^{Aa}	20.22±1.42 ^{Ba}	19.38±1.62 ^{Ba}
	A	-	16.20±1.32 ^{Bc}	23.29±1.42 ^{ABa}	20.38±1.23 ^{Bb}
Vigttr	N	2.51±0.11 ^{Aa}	2.49±0.0.05 ^{A^{Ba}}	2.58±0.06 ^{Aa}	2.54±0.07 ^{Aa}
	G	2.50±0.10 ^{Aa}	2.56±0.09 ^{Aa}	2.58±0.07 ^{Aa}	2.45±0.08 ^{Aa}
	A	-	2.38±0.06 ^{Ba}	2.47±0.07 ^{Aa}	2.40±0.06 ^{Aa}

Nível de significância de 5% ($P < 0,05$); A, B - letras maiúsculas distintas, nas colunas, diferem entre si ($P < 0,05$); a, b - letras minúsculas distintas, na linha, diferem entre si ($P < 0,05$). Motilidade pós descongelação - % (MotPd), vigor pós descongelação - % (VigorPd), Motilidade após Teste De Termo Tolerância - % (Motttr) e Vigor após Teste De Termo Tolerância - 1 a 5 (Vigttr).

Quando passados pelo Teste de Termorresistência Rápida, houve diferença significativa para a porcentagem de motilidade ($P < 0,05$) de touros Nelore e Angus no verão apresentando valores mais baixos. Queiroz et al. (2015) afirmaram que touros *Bos taurus* não apresentam um bom desempenho reprodutivo durante períodos mais quentes do ano devido a menor eficiência da termorregulação questionando a justificativa da relação custo-benefício de aproveitamento do sêmen, para criopreservação do mesmo pelas CCPS nestes períodos. Para vigor (Vigtr), não houve diferenças significativas ($P < 0,05$) das raças avaliadas e também em cada estação.

Chacur et al (2012), em um período de um ano e em condições climáticas semelhantes, relataram aumento do volume/ml do ejaculado em touros Simental no verão, enquanto no inverno observaram que touros Nelore apresentaram piora nas características morfológicas, com aumento dos defeitos maiores, menores e totais, o que coincide com nossos resultados. Estudos mostraram que o estresse por calor afeta mais raças europeias (*Bos taurus*), se comparado às raças zebuínas (*Bos indicus*) (Hansen, 2004). No entanto, Chacur et al. (2012) verificaram menor efeito positivo das estações mais quentes sobre a qualidade espermática de touros da raça Simental se comparadas às estações mais frias, diferindo dos resultados por nós encontrados. Rodrigues (2009) encontrou resultados de uma influência positiva do inverno sobre a motilidade espermática de touros Nelore, afirmando que, mesmo estes sendo mais adaptados ao calor, ainda sofrem com o estresse térmico por calor.

O número de doses produzidas e as causas de rejeição ($R^2 = 0.3295$; $P = 0.0001$) apresentaram alteração em função do ITU 40 dias antes da coleta como demonstrado na Figura 2. Este estágio espermático coincide com células no ciclo de divisão celular, na fase de paquíteno que podem causar dificuldade na síntese de RNA e replicação de DNA (Setchell, 1998; Rua et al., 2014) e espermátides arredondadas em transição para a forma alongada. Pode-se levantar a hipótese de que danos neste estágio tem potencial de gerar uma instabilidade genética, diminuição do número de células produzidas nesta fase espermática, o que pode refletir na redução da concentração final do ejaculado, e ainda, redução no

potencial de fertilização dos gametas masculinos maduros, além dos defeitos de origem extra-gonadal epididimária (Polanczyk, 2010).

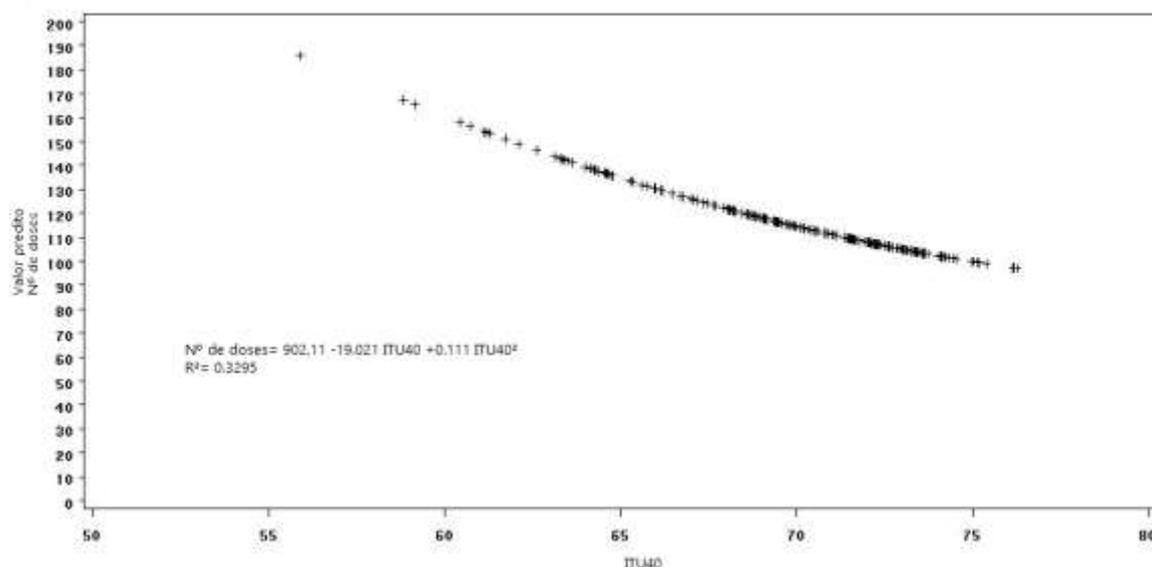


Figura 2. Valor predito de número de doses de ejaculados de touros de todos os genótipos mantidos em CCPS em função do ITU ao 40º dia da espermatogênese.

A análise de regressão dos defeitos menores encontrados nos três genótipos em separado, apresentou uma variação significativa das características de defeitos menores ($R^2 = 0,2058$; $P = 0,001$) em função do ITU aos 50 dias da espermatogênese, período em que, em um estágio, existem as espermatogônias se modificando para formar os espermatócitos, representando a multiplicação celular, e pode-se encontrar também células no ciclo final de formação, representadas pelas espermátides alongadas se diferenciando em espermatozoides (Russell, 1990), Fig. 3. Alterações neste estágio da espermatogênese possivelmente pode interferir na concentração final do ejaculado e pode ser reflexo de uma degeneração testicular e/ou disfunção epididimária em função do aumento do ITU aos 50 dias da espermatogênese.

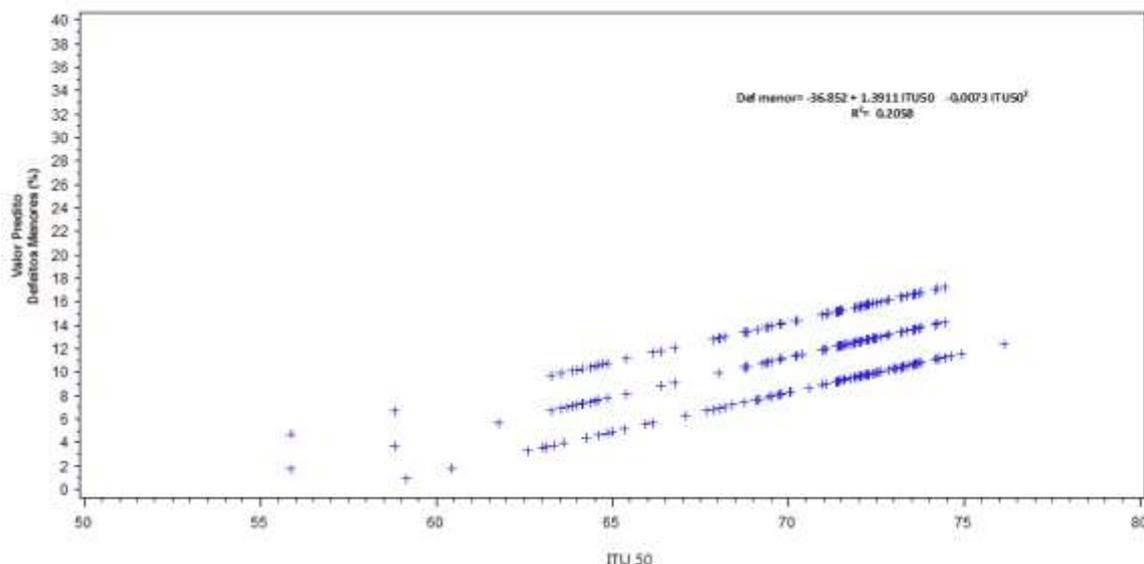


Figura 3. Valor predito da variação dos defeitos menores de touros nos três genótipos, mantidos em CCPS em função do ITU ao 50º dia de espermatogênese.

Conclusão

As variações térmicas sazonais afetaram a qualidade seminal de touros de diferentes genótipos mantidos em rotina de CCPS. As estações do ano não influenciaram no número de doses total produzidas. Houve redução no número de doses produzidas em função do ITU aos 40 dias antes do final da espermatogênese e o aumento dos defeitos menores apresentados em função do ITU aos 50 dias antes do final da espermatogênese.

Agradecimentos: Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Mato Grosso do Sul (Fundect, Edital PRONEM/2014). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. À Central de Coleta e processamento de Sêmen Alta Genetics Ltda.

Referências

- Baêta, F.C., Souza, C., 1997. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. Viçosa: UFV. 246.
- Baruselli, P.S., 2019. Avaliação do mercado de IATF no Brasil. Boletim Eletrônico do Departamento de Reprodução Animal/FMVZ/USP, 1. ed.,
- Blackshaw, J. K., Blackshaw, A.W., 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. Australian Journal of Experimental Agriculture. 285-295.
- Broom, D.M., Molento, C.F., 2004. Animal welfare: concept and related issues – Review. Archives of Veterinary Science, 9, 1-11
- CBRA, Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 2013. Manual para exame andrológico e avaliação do sêmen animal. 3. ed. Belo Horizonte, 103.
- Chacur, M.G.M., Mizusaki, K.T., Santos, F.H., Cesare, A.G., Gabriel Filho L.R.A., Oba, E., Ramos, A.A., 2012. Influência da estação do ano nas características do sêmen e na concentração de hormônios em touros Nelore e Simental. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 540-546.
- Costa E Silva, E.V., Costa Filho, L.C.C., Souza, C.C., Oliveira, C.C., Queiroz, V.L.D., Zúccari, C.E.S.N., 2015. Seleção de touros para reprodução a campo: novas perspectivas. Rev. Bras. Reprod. Animal, 22-31.
- Finch, V.A., 1986. Body temperature in beef cattle: its control and relevance to production in the tropics. J. Anim.Sci. 62, 531–542.
- Hansen, P.J., 2004. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. Anim. Reprod. Sci, 349-360.
- Kastelic, J.P., Cook, B., Coulter, G.H., 1997. Scrotal testicular thermoregulation and the effects of increased testicular temperature in the bull. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. Canadá. 271-82.
- Nichi, M., Bols, P.E.J., Zuge, R.M., Barnabe, V.H., Goovaerts, I.G.F., Cortada, C.N.M., 2006. Seasonal variation in semen quality in *Bos indicus* and *Bos taurus* bulls raised under tropical conditions. Theriogenology, v.66, p.822-828.
- Oliveira, C.C., 2013. Desempenho e comportamento ingestivo diurno de novilhas nelore em sistemas integrados de produção no cerrado brasileiro. Dissertação Mestrado- (Faculdade de Ciências Agrárias), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina- MG. 84.
- Pereira, C.C.J., 2005. Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal. FEPMVZ. Belo Horizonte, 195.
- Pilder, S.H., Hammer, M., Silver, L.M.A., 1991. Novel mouse chromosome 17 hybrid sterility locus: implication for the origin of T haplotypes. Genetics, 129, 237-246.
- Polanczyk, A., 2010. Estudo Retrospectivo do Impacto da Fragmentação do DNA Espermático no Perfil do Ejaculado de Homens Sub-Férteis. Porto Alegre, 79.
- Queiroz, V.L.D., Costa Filho, L.C.C., Rosa, L.S., Zúccari., C.E.S.N., Costa e Silva, E.V., 2015. Sazonalidade na congelabilidade de sêmen bovino. Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR, Umuarama, 39-47.
- Rodrigues, M.P., 2009. Perfil oxidativo e Avaliação funcional de sêmen criopreservado de Touros (*Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus*) criados em clima tropical. USP. FAMEV. 145.

- Rossetto, A.G., 2004. Efeitos do estresse térmico testicular e do uso da somatotropina recombinante bovina nas características seminais, integridade de membranas, função mitocondrial e estrutura da cromatina de espermatozoides de touros Simental (*Bos taurus taurus*). Tese Doutorado em Reprodução Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 260.
- Rua, M.A.S., Quirino, C.R., Pacheco, A., Ribeiro, M.S.R., Junior, A.B., Veja, W.H.O., 2014. Espermatogênese em equinos. PUBVET, Londrina, 17.
- SETCHELL, B.P., 1998. The Parkes Lecture. Heat and the testis. *Journal of reproduction and fertility*. 114, 179- 194.
- Russell, L.D., Ettlin, R.A., Hikim, A.P.S., Clegg, E.D., 1990. Histological and histopathological evaluation of the testis. Cache river Press, 1º edição. In: English. 286, 20-30.
- Silva, A.R., Ferraudo, A.S., Perecin, D., Lima, V.F.M.H., 2009. Efeito da idade do touro e do período de colheita de sêmen sobre as características físicas e morfológicas do sêmen de bovinos de raças europeias e zebuínas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 1218-1222.
- Souza, C.F., Tinôco, I.F.F, Baêta, F.C., Ferreira, W.P.M., Silva, R.S., 2002. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. *Ciência e Agrotecnologia*. In:Lavras, 157-164.
- Souza, E.D., Souza, B.B., Souza, W.H., Cezar, M.F., Santos, J.R.S., Tavares, G.P., 2005. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semi-árido. *Ciência e Agrotecnologia*, 177-184.
- Thom, E.C., 1958. Cooling degree: day air conditioning, heating, and ventilating. *Trans. Amer. Soc. Heatg. Refrig. Air-Cond. Engrs*, 55, 65-72,
- Tosetto, R.M., Maia, A.P.A., Sarubbi, J., Zancanaro M.D.B., Lima, C.Z., Sippert, M., 2014. Influência do macroclima e do microclima sobre conforto térmico de vacas leiteiras. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 6-14.
- Vogler, C.J., Bame, J.H., Dejarnette, J.M., et al, 1993. Effects of elevated testicular temperature on morphology characteristics of ejaculated spermatozoa in the bovine. *Theriogenology*. 40,1207–1219.
- Waites, G.M.H., 1970. Temperature regulation and the testis. In: Johnson, AD, Gomes, WR; Vandermark, NL (Eds.) *The testis*. New York: Academic. Press. 241-279.



RESOLUÇÃO Nº 52 DE 15 DE AGOSTO DE 2017.

A PRESIDENTE DO COLEGIADO DE CURSO DOS CURSOS DE MESTRADO E DOUTORADO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, no uso de suas atribuições legais, resolve, **ad referendum**:

Aprovar os projetos dos mestrandos referentes à disciplina “Projetos”, a qual foi ofertada no primeiro semestre de 2017, conforme constam na tabela abaixo:

Orientador	Aluno	Título do Projeto
Raquel Soares Juliano	Ernest Schillings Neto	EFEITO DA VACINAÇÃO PARA IBR, BVD E LEPTOSPIROSE BOVINA, SOBRE A TAXA DE PREENHEZ DE NOVILHAS NELORE CRIADAS EM SISTEMA EXTENSIVO
Veronica Jorge Babo Terra	Gabriel Utida Eguchi	ASPECTOS CLÍNICOS, LABORATORIAIS E EPIDEMIOLÓGICOS DA DERMATOFITOSE EM CÃES E GATOS NA CIDADE DE CAMPO GRANDE, MATO GROSSO DO SUL
Alda Izabel de Souza	Gustavo Gomes de Oliveira	METABOLISMO DO CÁLCIO, FÓSFORO E SEUS HORMÔNIOS REGULADORES NOS DIFERENTES ESTÁGIOS DA LEISHMANIOSE VISCERAL EM CÃES
Gustavo Guerino Macedo	Jéssica Souza Lima	EFEITOS DA VACINAÇÃO SOBRE A INFECÇÃO POR BOHV-1 QUANTO À VIABILIDADE DE EMBRIÕES PRODUZIDOS <i>IN VITRO</i> E TAXA DE PREENHEZ
Eric Schmidt Rondon	Joyce Maira de Araújo	CRIAÇÃO DE UM MODELO EXPERIMENTAL PARA O ESTUDO DA DOENÇA DE LEGG-CALVÉ-PERTHES
Fernando Arévalo Batista	Luis Guilherme Pereira Guerra	DOSAGEM DOS HORMÔNIOS ANTI-MULLERIANO E TESTOSTERONA EM EQUINOS PORTADORES E NÃO PORTADORES DE CRIPTORQUIDISMO
Fernando de Almeida Borges	Mariana Green de Freitas	MÉTODOS DE ARMAZENAMENTO DE FEZES DE ANIMAIS DE PRODUÇÃO PARA TESTE DE ECLODIBILIDADE LARVAL



Carlos Alberto do Nascimento Ramos	Michelli Lopes de Souza	AVALIAÇÃO DA CINÉTICA DE INFECÇÃO DE AVES SILVESTRES POR <i>SALMONELLA</i> SPP. EM UM CENTRO DE REABILITAÇÃO DE ANIMAIS SILVESTRES EM CAMPO GRANDE, MATO GROSSO DO SUL
Mariana Isa Poci Palumbo	Silvana Marques Caramalac	FREQUÊNCIA DA MUTAÇÃO SNP C.-22G>A NO GENE DA MELANOFILINA RESPONSÁVEL PELA ALOPECIA POR DILUIÇÃO DE COR EM CÃES
Fabricio de Oliveira Frazilio	Simone Marques Caramalac	ANESTESIA PERIDURAL COM LEVOBUPIVACAÍNA ISOLADA E ASSOCIADA À METADONA OU DEXMEDETOMIDINA EM CADELAS SUBMETIDAS À MASTECTOMIA TOTAL UNILATERAL
Eliane Vianna da Costa e Silva	Tallita Silva de Assis	AMBIÊNCIA E QUALIDADE DE SÊMEN DE TOUROS EM CENTRAL DE COLETA E PROCESSAMENTO DE SÊMEN
Ériklis Nogueira	Thiago Augusto Rodrigues Pantoja	EFEITO DO MÉRITO GENÉTICO DA MATRIZ SOBRE O DESEMPENHO DE NOVILHOS PRECOCE PRODUZIDOS PELAS TÉCNICAS DE PRODUÇÃO <i>IN VITRO</i> DE EMBRIÕES OU INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO

ELIANE VIANNA DA COSTA E SILVA.



C E R T I F I C A D O

Certificamos que o Protocolo nº 649/2014 da Pesquisadora **Eliane Vianna da Costa e Silva**, referente ao projeto de pesquisa “Aspectos Biológicos, Produtivos e Reprodutivos de Termotolerância em Diferentes Grupamentos Genéticos Bovinos”, está de acordo com os princípios éticos adotados pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), com a legislação vigente e demais disposições da ética em investigação que envolvem diretamente os animais e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS/CEUA/UFMS, em reunião ordinária do dia 15 de dezembro de 2014.


Maria Araújo Teixeira
Coordenadora da CEUA/UFMS

Campo Grande, 15 de dezembro de 2014.

Comissão de Ética no Uso de Animais/CEUA
<http://www.propp.ufms.br/ceua>
ceua.2000@gmail.com
fone (67) 3345-7186