

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**HISTOMORFOMETRIA TESTICULAR E SUA ASSOCIAÇÃO COM
A QUALIDADE SEMINAL EM MACHOS NELORE**

Henrique Trevizoli Ferraz
Orientador: Prof. Dr. Benedito Dias de Oliveira Filho

GOIÂNIA
2011



Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TE-DE) na Biblioteca Digital da UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás–UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☐ Dissertação ☒ Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor: **Henrique Trevizoli Ferraz** E-mail: **htferraz@gmail.com**

Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? ☒ Sim ☐ Não

Vínculo Empregatício do autor: **Universidade Federal de Goiás** Agência de fomento:

País: **Brasil** UF: **GO** CNPJ: Sigla: **UFG/Jataí**

Título: **Histomorfometria testicular e sua associação com a qualidade seminal em machos Nelore** Palavras-chave: **andrologia, bovino, reprodução, sêmen, zebuino**

Título em outra língua: **Testicular histomorphometry associated with seminal quality in Nelore males**

Palavras-chave em outra língua: **andrology, bovine, reproduction, semen, zebuine**

Área de concentração: **Produção Animal** Data defesa: (dd/mm/aaaa) **21/12/2011**

Programa de Pós-Graduação: **Ciência Animal**

Orientador(a): **Prof. Dr. Benedito Dias de Oliveira Filho** E-mail: **bene@vet.ufg.br**

Co-orientador(1): **Prof. Dr. Marco Antônio de Oliveira Viu** E-mail: **marcoviu@yahoo.com.br**

Co-orientador(2): **Profa. Dra. Regiane Nascimento Gagno Porto** E-mail:

3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização? ☒ total ☐ parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

[] Capítulos. Especifique:

[] Outras restrições:

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Goiânia 1 de março de 2012

Henrique Trevizoli Ferraz
Assinatura do(a) autor(a)

HENRIQUE TREVIZOLI FERRAZ

HISTOMORFOMETRIA TESTICULAR E SUA ASSOCIAÇÃO COM A QUALIDADE SEMINAL EM MACHOS NELORE

Tese apresentada para obtenção do grau
de Doutor em Ciência Animal junto à
Escola de Veterinária e Zootecnia da
Universidade Federal de Goiás.

Área de Concentração:
Produção Animal

Orientador:
Prof. Dr. Benedito de Oliveira Filho - UFG

Comitê de Orientação:
Prof. Dr. Marco Antônio de Oliveira Viu - UFG
Prof^a. Dr^a. Regiani Nascimento Gagno Porto - UFG

GOIÂNIA
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Ferraz, Henrique Trevizoli.

Histomorfometria testicular e sua associação com a qualidade seminal em machos Nelore / Henrique Trevizoli Ferraz. - 2011.

68 f. : figs, tabs.

Orientador: Prof. Dr. Benedito Dias de Oliveira Filho.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás,
Escola de Veterinária e Zootecnia, 2011.

Bibliografia.

HENRIQUE TREVIZOLI FERRAZ

Tese defendida e aprovada em **21 de dezembro de 2011**, pela seguinte Banca Examinadora:

Prof. Dr. Benedito Dias de Oliveira Filho - UFG
Presidente da Banca

Prof. Dr. Dyomar Toledo Lopes - UFG/Jataí

Profª. Drª. Vera Lúcia Dias da Silva Fontana - UFG/Jataí

Prof. Dr. Cássio Aparecido Pereira Fontana - UFG/Jataí

Prof. Dr. Klayto José Gonçalves dos Santos - UEG

RESUMO

Desenvolveu-se este estudo com o intuito de verificar as associações entre a forma dos testículos, as alterações histológicas no parênquima testicular e a qualidade seminal. Quarenta e dois animais, entre 30 e 36 meses de idade e que seriam castrados para terminação, tiveram o sêmen coletado. Logo após o procedimento cirúrgico amostras de três porções (proximal, intermediária e distal) de seus testículos foram colhidas e fixadas em formol 10%. Realizou-se a avaliação andrológica destes animais e a preparação de lâminas histológicas para avaliação do parênquima testicular. Foram avaliados: forma testicular (FORM); movimento massal (MMAS); vigor espermático (VIG); motilidade individual progressiva (MOT); concentração espermática (CONC); defeitos espermáticos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT); distância média entre os túbulos seminíferos (DISTMED); espessura média do epitélio seminífero (ESPMED); e percentagem média de colágeno intersticial (COLMED). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. Animais com testículo classificado como longo apresentaram menor DISTMED, maior ESPMED e menor COLMED, além de valores superiores quanto aos aspectos físicos e morfológicos do ejaculado. A DISTMED foi menor e a ESPMED foi maior na porção mais distal do testículo. As correlações de DISTMED, ESPMED e COLMED com os DEFTOT foram, respectivamente, 0,51; -0,39; e 0,29. Assim, pode-se concluir que: 1) testículos de forma alongada sofrem menos lesões teciduais no parênquima testicular, apresentando maior produção e melhor qualidade seminal; 2) as porções distais dos testículos demonstram menos lesões ao tecido espermático; e 3) as menores distâncias entre os túbulos seminíferos, a maior espessura do epitélio seminífero e a menor concentração de colágeno intersticial nos testículos estão relacionadas à melhoria da qualidade seminal.

Palavras-chave: andrologia, bovino, reprodução, sêmen, zebuino

*A Tânia Roberta de Oliveira,
por todo o incentivo na fase de
conclusão deste trabalho. Obrigado por você
fazer parte da minha história. Esta obra a ti
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

Aos professores e amigos **Marco Antônio de Oliveira Viu, Dyomar Toledo Lopes e Maria Lúcia Gambarini Meirinhos**, por todo apoio e colaboração no desenvolvimento deste projeto.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal** pela oportunidade de realizar e concluir o curso de doutorado.

Aos meus pais, **Claudir José Ferraz e Lígia Maria Trevizoli Ferraz**, minha tia, **Cleusa Maria Ferraz** e meus irmãos, **Felipe Trevizoli Ferraz, Bruna Trevizoli Ferraz e Renato de Paula Lobo**, pelo apoio incondicional oferecido durante toda minha vida e, como não podia deixar de ser, em mais este momento tão importante da minha formação.

À minha avó **Lucilla Campana Trevizoli**, proprietária da Fazenda Santa Rosa, onde foi desenvolvido o trabalho de campo.

Aos queridos amigos **Prof. Dr. João Maurício Lucas Gordo e Prof. Dr. Olízio Claudino da Silva**, por todo o conhecimento técnico e de sabedoria de vida a mim oferecidos nestes anos de convivência.

Ao amigo **Thyago Macedo de Oliveira Ribeiro e toda sua família**, pelo “apoio logístico” durante as intermináveis vindas à Goiânia para realização deste projeto.

Ao médico veterinário **Edismair Carvalho Garcia** pela ajuda na confecção das lâminas histológicas utilizadas neste trabalho.

Um agradecimento especial ao meu orientador **Prof. Dr. Benedito Dias de Oliveira Filho**, por toda paciência e colaboração na realização deste sonho.

Por fim gostaria de agradecer a **DEUS** por todas as oportunidades e graças a mim concedidas.

*“...A vida é dura só pra quem é mole
Mas quem tem coragem e fé, não se encolhe
Acreditar e nunca desistir, solte a voz e cante forte
pra todo mundo te ouvir...”
Rio Negro & Solimões*

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA.....	2
1 HISTOLOGIA TESTICULAR E ESPERMATOGÊNESE.....	2
2 AVALIAÇÃO ANDROLÓGICA.....	6
2.1 Características físicas do sêmen.....	7
2.2 Características morfológicas dos espermatozóides.....	9
2.3 Características morfológicas da bolsa testicular e dos testículos associadas à termorregulação.....	10
2.4 Volume e formato testiculares.....	13
3 AVALIAÇÃO ANDROLÓGICA POR PONTOS.....	16
3.1 Pacote computacional SW-CAP 2.0.....	18
4 QUADRO SEMINAL E HISTOLÓGICO DE DEGENERAÇÃO TESTICULAR..	20
REFERÊNCIAS.....	22
CAPÍTULO 3 - BIOMETRIA TESTICULAR E QUALIDADE SEMINAL EM MACHOS NELORE (<i>Bos taurus indicus</i>) CRIADOS EXTENSIVAMENTE NO SUDOESTE DE GOIÁS.....	28
RESUMO.....	28
ABSTRACT.....	29
1 INTRODUÇÃO.....	30
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4 CONCLUSÕES.....	41
REFERÊNCIAS.....	42
CAPÍTULO 4 - HISTOMETRIA E FORMA TESTICULARES ASSOCIADAS À QUALIDADE SEMINAL EM MACHOS NELORE (<i>Bos taurus indicus</i>) CRIADOS EXTENSIVAMENTE NO SUDOESTE DE GOIÁS.....	45
RESUMO.....	45
ABSTRACT.....	46
1 INTRODUÇÃO.....	47
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	50

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
4 CONCLUSÕES.....	63
REFERÊNCIAS.....	64
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 1	Tecido espermático bovino (Tricrômio de Masson, 100x).....	2
Figura 2	Células do epitélio seminífero (Adaptado de Senger, 2002).....	3
Figura 3	Esquema representativo da espermatogênese (Adaptado de Senger, 2002).....	4

CAPÍTULO 4

Figura 1	Aferição da distância entre os túbulos (traços verdes) e espessura do epitélio seminífero (traços pretos) - Tricrômio de Masson (250x).....	52
Figura 2	Aferição da percentagem de colágeno intersticial (vermelho fluorescente) - Picrusirius Red (32x).....	53

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1	Classificação andrológica sugerida para touros <i>Bos taurus indicus</i> , baseada no perímetro escrotal e nas características físicas e morfológicas do sêmen.....	17
----------	---	----

CAPÍTULO 3

Tabela 1	Médias ajustadas pelos quadrados mínimos (μ), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das variáveis perímetro escrotal (PE); comprimento médio dos testículos (COMPM); largura média dos testículos (LARGM); volume testicular médio (VOLTEST); movimento massal (MMAS); vigor espermático (VIG); motilidade individual progressiva (MOT); concentração espermática (CONC); defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT); e certificação andrológica por pontos (CAP) dos animais classificados como aptos ou inaptos à reprodução – Fazenda Santa Rosa, Caçu-GO, 2008.....	36
Tabela 2	Média ajustada pelos quadrados mínimos (μ), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das variáveis perímetro escrotal (PE); comprimento médio dos testículos (COMPM); largura média dos testículos (LARGM); volume testicular médio (VOLTEST); movimento massal (MMAS); vigor espermático (VIG); motilidade individual progressiva (MOT); concentração espermática (CONC); defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT); e certificação andrológica por pontos (CAP) dos animais com testículos classificados, quanto à forma, em longo, longo-moderado e longo-oval – Fazenda Santa Rosa, Caçu-GO, 2008.....	39
Tabela 3	Coeficientes de correlação e nível de significância entre as variáveis biométricas peso corporal (PC); perímetro escrotal (PE); comprimento médio (COMPM) e largura média (LARGM) dos testículos; forma (FORM) e volume (VOLTEST) testiculares; e os aspectos morfológicos do sêmen: defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT) - Fazenda Santa Rosa, Caçu-GO, 2008.....	40

CAPÍTULO 4

Tabela 1	Média ajustada pelos quadrados mínimos (μ), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das variáveis distância média entre os túbulos seminíferos (DISTMED); espessura média do epitélio seminífero (ESPMED); concentração média de colágeno intersticial (COLMED); movimento massal (MMAS); vigor espermático (VIG); motilidade individual progressiva (MOT); concentração espermática (CONC); e defeitos espermáticos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT) dos animais classificados como aptos ou inaptos à reprodução – Fazenda Santa Rosa, Caçu-GO, 2008	56
Tabela 2	Média ajustada pelos quadrados mínimos (μ), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das variáveis distância média entre os túbulos seminíferos (DISTMED); espessura média do epitélio seminífero (ESPMED); concentração média de colágeno intersticial (COLMED); movimento massal (MMAS); vigor espermático (VIG); motilidade individual progressiva (MOT); concentração espermática (CONC); e defeitos espermáticos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT) dos animais com testículos classificados, quanto à forma, em longo, longo-moderado e longo-oval – Fazenda Santa Rosa, Caçu-GO, 2008.....	59
Tabela 3	Média ajustada pelos quadrados mínimos (μ), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das variáveis distância média entre os túbulos seminíferos (DISTMED); espessura média do epitélio seminífero (ESPMED); e concentração média de colágeno intersticial (COLMED) nas porções proximal, intermediária e distal dos testículos – Fazenda Santa Rosa, Caçu-GO, 2008.....	61
Tabela 4	Coeficientes de correlação e nível de significância entre as variáveis histológicas distância média entre os túbulos seminíferos (DISTMED), espessura média do epitélio seminífero (ESPMED), e concentração média de colágeno intersticial (COLMED); e os aspectos morfológicos do sêmen defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT) - Fazenda Santa Rosa, Caçu-GO, 2008.....	62

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O setor agropecuário é responsável por boa parte do produto interno bruto brasileiro, sendo o país detentor do maior rebanho bovino comercial do mundo. Nesse contexto destaca-se a pecuária de corte extensiva, composta, em sua maioria, por animais de origem zebuína e seus cruzamentos, principalmente tendo como base a raça Nelore.

Para a maximização dos lucros deste setor é de fundamental importância a melhoria da eficiência reprodutiva dos rebanhos, aumentando assim a taxa de desfrute e, conseqüentemente, a produção de bezerros para recria e engorda, abastecendo todos os elos da cadeia produtiva e fornecendo ao consumidor final carne em quantidade e qualidade adequadas. Dito isto, deve-se destacar o papel dos touros neste ciclo de produção, uma vez que estes serão os progenitores dos bezerros produzidos, sendo que um único reprodutor pode servir a várias matrizes.

Assim, é de fundamental importância a aptidão reprodutiva dos touros, ou seja, a capacidade de realizar a cópula e fertilizar os gametas femininos. No entanto, várias são as causas de infertilidade ou subfertilidade dos reprodutores, podendo-se destacar a degeneração testicular causada, principalmente, pelo insulto térmico a que os testículos de animais criados extensivamente em regiões tropicais estão sujeitos.

A literatura científica apresenta vários trabalhos que descrevem adaptações morfológicas dos testículos de zebuínos para facilitar a termorregulação do parênquima testicular nestes animais, criados sob ação constante das altas temperaturas ambientais. Porém, poucos estudos foram feitos acerca das alterações histológicas em testículos submetidos a insulto térmico e suas associações com a produção e qualidade espermáticas, ou seja, os aspectos físicos e morfológicos dos espermatozóides, principalmente em animais da raça Nelore.

Por isso, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de se verificar a existência de associações a histomorfometria testicular e a qualidade seminal em animais Nelore criados extensivamente na região sudoeste de Goiás.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA

1 HISTOLOGIA TESTICULAR E ESPERMATOGÊNESE

A organização estrutural dos testículos é altamente conservada entre os vertebrados. Assim, nos cordados observa-se que este órgão é composto por dois compartimentos principais: o compartimento tubular e o compartimento intersticial ou intertubular (Figura 1). O primeiro não é innervado nem vascularizado, constituindo a maior parte do testículo e sendo formado pela túnica própria, pelo epitélio seminífero e pelo lúmen. O epitélio seminífero é formado por dois tipos celulares de origem embriológica distinta: as células germinativas ou estratificadas e as de Sertoli. Estas últimas, juntamente com as células mióides, sintetizam a membrana basal, que serve de suporte estrutural para a própria célula de Sertoli e para as células germinativas, além de funcionar como uma barreira que isola as células germinativas da circulação em geral, formando a chamada barreira hematotesticular. Já no compartimento intertubular estão localizadas as células de Leydig, vasos sanguíneos e linfáticos, nervos, fibroblastos e fibras de tecido conjuntivo, macrófagos, linfócitos e, ocasionalmente, mastócitos (HAFEZ & HAFEZ, 2004; FRANÇA & CHIARINI-GARCIA, 2005).

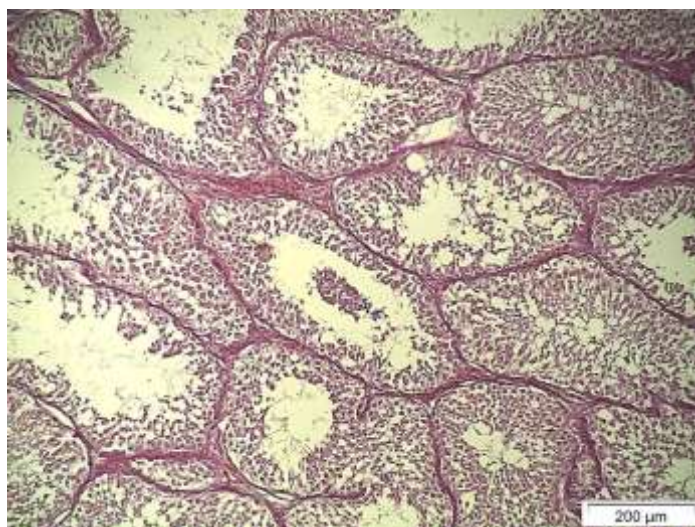


FIGURA 1 - Tecido espermático bovino (Tricrômio de Masson, 100x)

De acordo com BANKS (1991), os testículos são órgãos exócrinos e endócrinos combinados. A porção exócrina é uma glândula tubular composta e enovelada, cujo produto de secreção são os espermatozóides. Os túbulos seminíferos (porção exócrina) são revestidos por epitélio estratificado formado pela zona basal, intermediária e superficial, sendo que a presença e os constituintes destas zonas dependem da atividade espermatogênica dos túbulos. As células estratificadas são as espermatogônias, os espermatócitos primários, os espermatócitos secundários, as espermatídes e os espermatozóides (Figura 2).

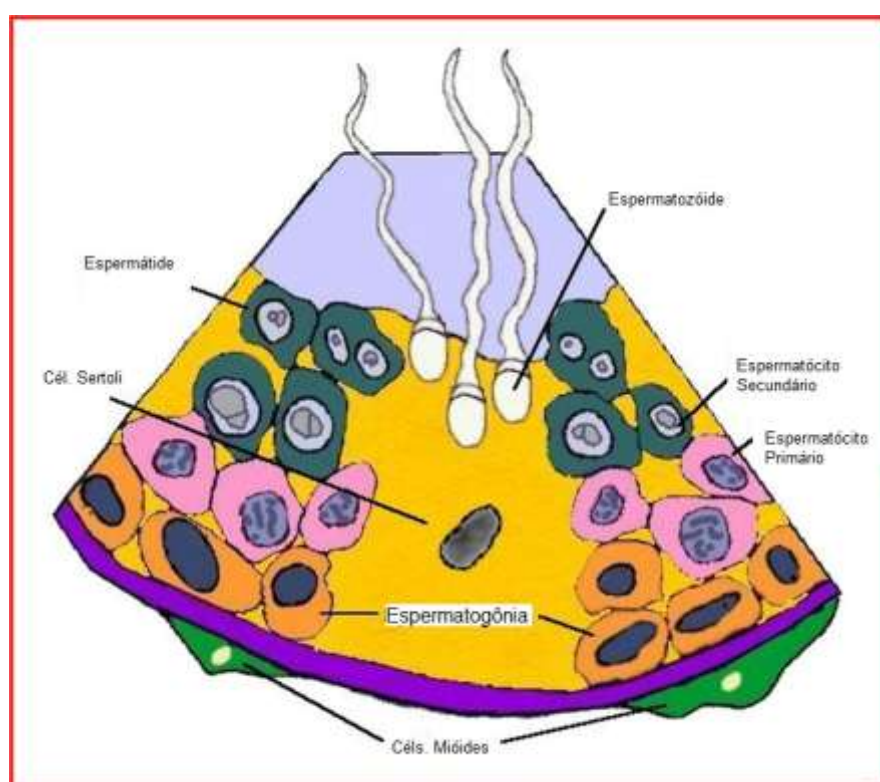


FIGURA 2 - Células do epitélio seminífero (Adaptado de Senger, 2002)

A porção endócrina é representada pelas células intersticiais de Leydig e pelas células de sustentação de Sertoli. As primeiras secretam a testosterona para o interior das veias testiculares e vasos linfáticos. Já as outras contribuem para a produção de fluidos pelo túbulo e podem produzir o fator inibidor Mülleriano encontrado nos machos adultos (HAFEZ & HAFEZ, 2004; REECE, 2006).

O processo de formação dos espermatozóides, a espermatogênese, ocorre nos testículos, mais especificamente no interior dos túbulos seminíferos, começando da periferia e progredindo em direção à luz tubular. A espermatogênese envolve proliferação mitótica, divisão meiótica e diferenciação da espermátide haplóide (LINO NETO et al., 2005).

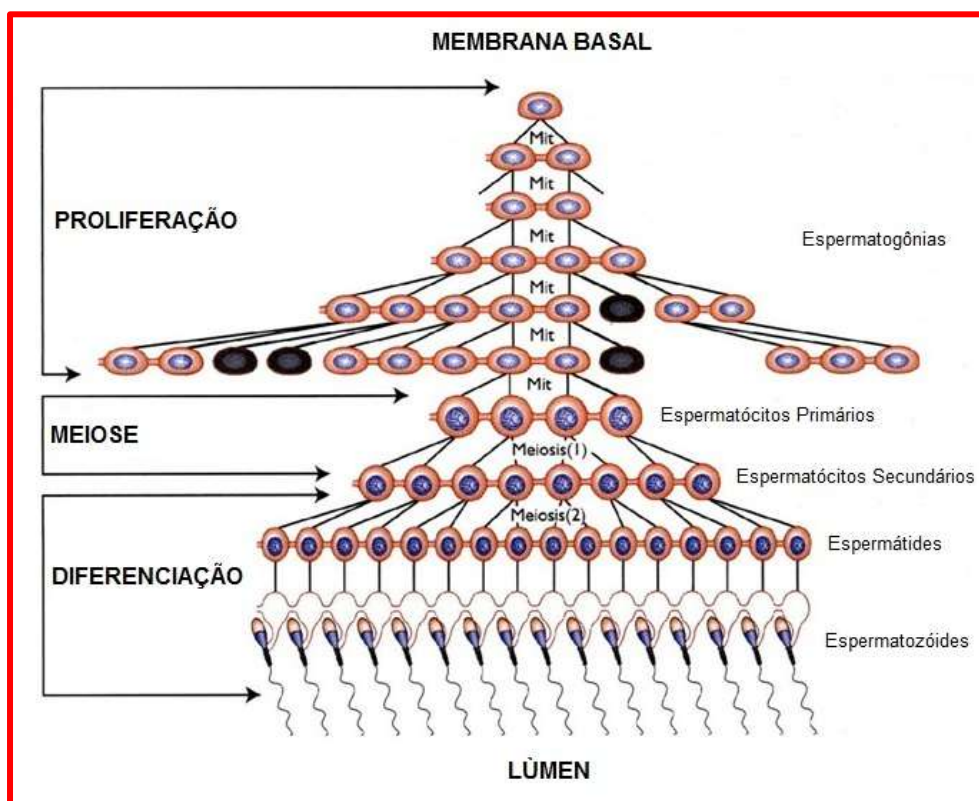


FIGURA 3 - Esquema representativo da espermatogênese (Adaptado de Senger, 2002)

Conforme demonstrado na Figura 3, as células germinativas imaturas, chamadas espermatogônias, encontram-se na periferia dos túbulos seminíferos e se dividem continuamente por mitose, até que algumas destas deixem o ciclo celular e sofram divisão meiótica, formando quatro células com metade do material genético da célula original. Quando a espermatogônia entra na prófase I passa a ser chamada de espermatócito primário. Este, ao final da meiose I, que é reducional, forma dois espermatócitos secundários haplóides. Concluída a meiose II os espermatócitos secundários dão origem a quatro espermátides. Esta série de divisões celulares é conhecida como espermatocitogênese. As espermátides então passam por uma série progressiva de modificações estruturais, transformando-se então em espermatozóides, num processo

chamado de espermiogênese. Ao final desta, os gametas formados estão prontos para serem liberados para a luz dos túbulos seminíferos, fase esta conhecida como espermição. O ciclo do epitélio seminífero no touro tem duração de duas semanas (HAFEZ & HAFEZ, 2004; LINO NETO et al., 2005; REECE, 2006).

No entanto, para que os espermatozóides estejam aptos a realizar a fertilização dos gametas femininos, o tempo é um pouco mais longo, cerca de 65 dias, período necessário para a espermatogênese e maturação no epidídimo (BRITO et al., 2002).

2 AVALIAÇÃO ANDROLÓGICA

A fertilidade é, inquestionavelmente, uma das mais importantes características a ser considerada, tanto nos sistemas produtivos de carne quanto nos de leite. Economicamente, o mérito reprodutivo é cinco vezes mais importante para o produtor de bezerros do que o desempenho no crescimento e dez vezes mais importante do que a qualidade do produto (TRENKLE & WILHAM, 1977).

Quando se discute o componente “touro” isoladamente, conclui-se que a importância da fertilidade do macho é maior do que a de qualquer fêmea individualmente, já que o touro pode se acasalar com número maior de fêmeas, tanto na monta natural como na inseminação artificial (BARBOSA et al., 2005).

O exame andrológico criterioso é imprescindível para touros que se destinam à reprodução (BICUDO et al., 2007). Em regiões tropicais recomenda-se a primeira avaliação de animais *Bos taurus taurus* com 12 meses de idade, no início da maturação sexual, enquanto nos *Bos taurus indicus* indica-se a avaliação entre 12 e 24 meses (VALE FILHO, 2001). Porém, existem relatos de que, aos 12 meses, animais *Bos taurus indicus* ainda não possuem maturidade sexual que sugira a avaliação nesta idade (SCHMIDT-HEBBEL et al., 2000; CHACÓN, 2001).

A avaliação da aptidão reprodutiva de um macho destinado à reprodução fundamenta-se na observação da saúde geral, saúde hereditária, saúde genital, *potentia coendi* e *potentia generandi*, tendo como indicações: seleção e comercialização de reprodutores; avaliação do potencial reprodutivo na pré-estação de monta; diagnóstico de distúrbios reprodutivos; diagnóstico da ocorrência da puberdade; e preservação de sêmen *in vitro* (RODRIGUEZ-MARTINEZ, 2005).

Segundo o Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 1998), a avaliação andrológica deve seguir o seguinte protocolo:

a) Identificação detalhada:

- do animal; e
- do proprietário e da propriedade.

b) Exame clínico:

- anamnese;

- exame físico geral;
- do sistema genital (prepúcio, pênis, glândulas anexas, partes tubulares, testículos, epidídimos e escroto); e
- do comportamento sexual ou libido e temperamento.

c) Espermograma:

- método de coleta do ejaculado;
- características físicas do ejaculado;
- características morfológicas dos espermatozóides; e
- outros elementos.

d) Diagnóstico e/ou conclusão.

O manual editado pelo CBRA descreve minuciosamente cada etapa acima enumerada, constituindo importante referência para informações mais detalhadas (CBRA, 1998).

2.1 Características físicas do sêmen

As características físicas do ejaculado compreendem volume, cor, aspecto, odor e concentração ou densidade (MIES FILHO, 1982).

De acordo com o manual do CBRA (1998):

- a) volume: deve ser expresso em mililitros (mL). Este valor pode ser relativo, dependendo do método de coleta de sêmen. O método pela vagina artificial apresentará valores mais próximos dos fisiológicos;
- b) aspecto: a avaliação é visual e representa principalmente a cor e a aparência, que depende fundamentalmente da concentração de espermatozóides e eventual presença de sangue, pus, urina, células epiteliais, detritos, etc. A cor geralmente é esbranquiçada, branca, marfim ou amarelada. As colorações avermelhada, marrom e cinza escuro são indicativos de sangue vivo, sangue hemolisado e sujeira, respectivamente. A aparência poderá ser denominada de cremosa, leitosa, opalescente, serosa ou aquosa, correspondendo, aproximadamente, a uma determinada concentração espermática;

- c) movimento de massa ou turbilhão: é observado somente em ruminantes no sêmen fresco, sendo este em forma de ondas observadas em uma gota do ejaculado. A intensidade deste movimento é resultante da motilidade, do vigor e da concentração espermática. Esta avaliação é basicamente subjetiva e deverá ser expressa utilizando uma classificação de zero a cinco. Esta característica é muito afetada por fatores extrínsecos, tais como método de coleta, condições de preservação e temperatura da amostra;
- d) motilidade: é expressa em percentagem conforme a proporção de espermatozóides que apresentam motilidade. Também é uma avaliação subjetiva, podendo estar sujeita a variação na dependência do treinamento do técnico. O valor deverá expressar a percentagem total de espermatozóides móveis. Quando a percentagem de espermatozóides móveis não representar a proporção de espermatozóides com motilidade progressiva, os valores de motilidade deverão ser expressos separadamente como motilidade total e progressiva. Para um animal ser considerado apto à reprodução deverá apresentar, pelo menos, 70% dos espermatozóides com motilidade progressiva. Quando necessário, para melhor visualização, poder-se-á diluir o sêmen em extensores, previamente aquecidos, como por exemplo solução de citrato de sódio ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) a 2,94%. Outros métodos menos subjetivos como fotomicrografia ou avaliação computadorizada poderão ser utilizados;
- e) vigor: representa a força do movimento que acaba influenciando a velocidade com que os espermatozóides se movimentam. O mesmo é classificado de zero a cinco, onde zero é ausência de movimento progressivo, com deslocamento de cauda lateral fraco e inexpressivo, e cinco resulta em movimento vigoroso e veloz dos espermatozóides, geralmente progressivos, sendo necessário, no mínimo, o índice três para o animal ser considerado apto; e
- f) concentração: representa o número de espermatozóides por milímetro cúbico (mm^3) ou centímetro cúbico ($1,0 \text{ cm}^3 = 1,0 \text{ mL}$). O procedimento mais comum para se obter a concentração espermática consiste na contagem das células na câmara de Neubauer. Pode-se utilizar ainda a espectrofotometria e o Micro-cell-counter[®]. Deve vir expresso no laudo o

número total de espermatozóides por ejaculado, resultante da concentração multiplicada pelo volume.

2.2 Características morfológicas dos espermatozóides

Williams, em 1920, nos Estados Unidos, foi responsável pelos primeiros relatos sobre infertilidade ou subfertilidade do touro, estabelecendo relações entre essas características e alterações no sêmen. Mais tarde, LAGERLÖF (1934), na Suécia, classificou as alterações dos espermatozóides e lançou as bases do espermograma, bem como a sua interpretação.

BLOM (1950) classificou as anormalidades celulares dos ejaculados em três grupos:

- a) anomalias espermáticas primárias: este primeiro grupo reuniu aquelas anormalidades que tiveram origem devido a desordens do epitélio seminífero: formas anormais de cabeça, anomalias do desenvolvimento do acrossoma e certas anomalias da peça intermediária e da cauda;
- b) anomalias espermáticas secundárias: reúnem aquelas anomalias que aparecem afetando o espermatozóide formado, como resultado de condições não fisiológicas, possivelmente desde o epidídimo até o momento da ejaculação. Estas compreendem: cabeças normais destacadas, espermatozóides com gotas citoplasmáticas, caudas dobradas ou enroladas e desprendimento da *galea capitis*. Em touros normais as cabeças destacadas podem ocorrer em percentagem baixa e uma elevação nesta pode ser um achado inicial de degeneração testicular; e
- c) outras células primitivas, comumente verificadas em touros com degeneração testicular, tais como: hemácias em casos de acidentes, piócitos em casos de processo inflamatório e, considerando normais as proporções de 1:1.000 e 1:10.000 espermatozóides, respectivamente, para as células epiteliais e medusas expelidas com o sêmen.

Essa classificação foi duramente criticada (RAO, 1971). Como consequência, BLOM (1973) apresentou uma nova classificação para as anomalias espermáticas baseada na importância dos defeitos, dividindo as anormalidades em defeitos maiores, menores e totais. O autor agrupou as

anomalias de maior gravidade dentro de defeitos maiores, incluindo os defeitos graves de cabeça, sendo eles, cabeça piriforme, pequena anormal e cabeça isolada anormal. Os outros defeitos maiores são contorno anormal, subdesenvolvido, acrossoma defeituoso (*knobbed sperm*), diadema (*pouch formation*), defeitos da peça intermediária, gota citoplasmática proximal e cauda fortemente dobrada ou enrolada (*dag defect*). Os defeitos menores são os de menor gravidade e incluem cabeça delgada, cabeça pequena anormal, cabeça gigante, cabeça curta ou larga, perda da membrana acrossômica, implantação abaxial, gota citoplasmática distal, cabeça decaptada normal (isolada) e cauda simplesmente dobrada ou enrolada. Outros defeitos compreendem a formação de medusa, células espermiogênicas primitivas, células gigantes, células prepuciais, leucócitos e hemácias. Para que o touro seja considerado apto à reprodução, deverá apresentar, no máximo, 30% de defeitos totais.

2.3 Características morfológicas da bolsa testicular e dos testículos associadas à termorregulação

Para produção de espermatozóides férteis, a temperatura testicular dos touros deve ser 4,0 a 5,0 °C abaixo da corporal (KASTELIC et al., 1996). Bovinos submetidos à temperatura ambiente elevada podem apresentar aumento da temperatura corporal e, conseqüentemente, da testicular, afetando assim a qualidade do sêmen (HAFEZ & HAFEZ, 2004). LUNSTRA & COULTER (1997) observaram que touros com temperatura testicular aumentada apresentaram menor percentagem de espermatozóides com cabeça ou cauda de morfologia normal, aumento de gotas proximais e queda das taxas de concepção.

Vários fatores contribuem para a regulação da temperatura testicular. O plexo pampiniforme é uma complexa rede de vasos que rodeia a artéria testicular. Toda a estrutura, rede venosa e arterial, é adequadamente chamada de cone vascular testicular. Neste o sangue arterial é refrigerado à medida em que o calor é transferido da artéria testicular para a veia em um sistema clássico de transferência de calor por contra-corrente (SENGER, 2002). Além

do cone vascular há também a perda de calor do sangue à medida que este penetra no parênquima testicular, uma vez que a temperatura do pólo proximal do testículo é a mesma do sangue arterial, sendo esta inferior no pólo distal (KASTELIC et al., 1996).

A pele escrotal é usualmente delgada e sem pelos. Existe um sistema sanguíneo e linfático subcutâneo, com vasos localizados superficialmente, facilitando a transferência de calor (KASTELIC et al., 2009). KASTELIC et al. (2001) relataram correlação positiva entre a temperatura da superfície da bolsa escrotal e a temperatura testicular. Adicionalmente, GÁBOR et al. (1998) observaram correlação negativa entre a temperatura da superfície escrotal e a motilidade espermática.

A túnica dartos, uma capa delgada de músculo liso abaixo da pele escrotal, é controlada por nervos simpáticos e se contrai e relaxa em ambientes frios e quentes, respectivamente, aumentando ou diminuindo a espessura da bolsa escrotal. O músculo cremáster também se contrai ou relaxa aproximando ou distanciando os testículos do abdômen (HAFEZ & HAFEZ, 2004).

A sudorese e as respostas corporais generalizadas contribuem para o resfriamento testicular. A densidade das glândulas sudoríparas é maior na pele escrotal do que em qualquer outra parte do corpo em touros. A resposta geral corporal inclui um aumento na frequência respiratória quando a temperatura escrotal superficial chega a 35,0 °C. Quando a temperatura escrotal alcança valores maiores (38,0 a 40,0 °C) a frequência respiratória se torna bastante acelerada, podendo reduzir toda a temperatura corporal em até 2,0 °C (KASTELIC et al., 2009).

Alterações na forma do cone vascular testicular ou mesmo na forma dos testículos e bolsa escrotal podem afetar a forma de dissipação de calor e, conseqüentemente, a temperatura testicular (BAILEY et al., 1996; UNANIAN et al., 2000). BRITO et al. (2004), comparando as diferenças morfológicas da bolsa escrotal, do cone vascular e dos testículos de zebuínos e seus cruzamentos com taurinos, relataram que a parede da artéria testicular é mais delgada e a proximidade arterio-venosa no cone vascular é maior nos zebuínos, facilitando a perda de calor do sangue arterial que chega aos testículos.

BRITO et al. (2002) estudaram touros *Bos taurus indicus*, *Bos taurus taurus* e seus cruzamentos com o intuito de determinar o efeito da idade e do grupo genético nas características do escroto, testículos, cone vascular, produção espermática e qualidade do sêmen. Concluíram que a redução da qualidade seminal estava associada ao aumento do perímetro escrotal e redução do cone vascular em animais mais velhos. Acrescentaram ainda que as características do escroto, dos testículos e do cone vascular estão associadas com a produção e qualidade espermática.

O mecanismo pelo qual a temperatura afeta a função testicular ainda não está bem estabelecido, embora pareça ser causado pela hipóxia que acomete o testículo quando o mesmo é exposto à alta temperatura, que também pode afetar o metabolismo dos espermatozóides presentes no testículo (SETCHELL, 1998; BRITO et al., 2002).

O tamanho e a morfologia dos testículos são dependentes de mecanismos genéticos e do efeito ambiental. Estes, por sua vez, irão definir a morfologia da bolsa testicular como consequência da pressão exercida pelos testículos e por influência dos andrógenos, em ação combinada, por ocasião da descida testicular (PINTO, 1994).

Em estudo conduzido com caprinos nativos do nordeste brasileiro, NUNES et al. (1983) observaram que existem animais cuja morfologia escrotal difere daquela dos animais oriundos de clima temperado. Nestes, o saco escrotal engloba os dois testículos. Em alguns animais nascidos nos trópicos, o saco escrotal se divide, a ponto de individualizar cada testículo em uma bolsa testicular própria, ocorrendo também situações intermediárias, onde a separação existe somente ao nível da parte inferior do testículo. Trata-se de um processo de seleção natural, onde os mais adaptados ao meio ambiente sobrevivem e perpetuam seu material genético. A separação da bolsa testicular em duas unidades distintas aumenta consideravelmente a superfície escrotal disponível para cada testículo, aumentando assim a superfície de evaporação quando as temperaturas ambientais são elevadas. Neste mesmo estudo pôde ser demonstrado que os animais que possuíam saco escrotal bipartido apresentaram vantagens na qualidade do sêmen e poderiam, provavelmente, mostrar maior eficiência reprodutiva e produtiva do que os não bipartidos.

PINTO (1987) observou que, durante as mensurações que envolviam o perímetro escrotal (PE) em reprodutores zebuínos da raça Nelore, a morfologia da bolsa testicular e dos testículos de alguns animais apresentavam-se diferenciadas daquelas de animais europeus e que, portanto, deveriam ser estudados os padrões de medidas testiculares para os zebuínos. Segundo esse autor, a tendência em bipartir ou dividir parcialmente a bolsa testicular de reprodutores zebuínos, de clima tropical e subtropical, seria resultante de uma seleção natural para melhor termorregulação.

2.4 Volume e formato testiculares

O PE é uma mensuração facilmente obtida, com alta repetibilidade entre avaliadores, além de ser uma característica que possui herdabilidade moderada a alta (DIAS et al., 2003), correlacionada favoravelmente com o ganho em peso (VALENTIM et al., 2002), produção espermática (PALASZ et al., 1994; SANTOS et al., 1998; KASTELIC et al., 2001) e qualidade seminal dos touros (SILVA et al., 2002). No entanto, segundo BAILEY et al. (1998), o PE é uma medida indireta da massa testicular, que não considera a variação individual na forma dos testículos e na qual a espessura da parede da bolsa escrotal é erroneamente somada.

Na preocupação de aumentar a precisão da escolha de reprodutores, novas características têm sido estudadas como, por exemplo, o volume testicular (BAILEY et al., 1996; UNANIAN et al., 2000), a forma dos testículos (BAILEY et al., 1998) e o formato da bolsa testicular (PINTO, 1994).

Os testículos de um touro normal são simétricos e de forma ovóide. De uma vista caudal do escroto, os testículos são geralmente mais largos que o funículo espermático. Porém, alguns touros têm testículos mais longos e delgados ou estreitos. Esta forma é uma variação normal e touros que têm esse tipo de formato testicular possuem PE menor do que a média da raça. Porém, quando se procede a avaliação andrológica, estes animais apresentam produção e qualidade espermática semelhante aos touros com testículos mais esféricos (BAILEY et al., 1996).

O formato testicular, sendo uma característica de conformação, possui herdabilidade de moderada intensidade (LOPES et al., 2011). Os formatos básicos são o normal ou em formato de garrafa, o achatado nas laterais e o em forma de cunha. Os touros com testículos de formato normal, geralmente apresentam melhor desenvolvimento gonadal, mas o mais importante é que esses animais provavelmente possuem melhor termorregulação, fazendo com que a forma influencie diretamente a produção espermática (COULTER, 1994).

Segundo revisão de UNANIAN et al. (2000), as formas testiculares mais alongadas apresentaram vantagens morfofisiológicas, sendo apontadas como favoráveis à reprodução.

Os estudos de BAILEY et al. (1996) mostraram que somente o PE não constitui medida representativa da produção espermática e, portanto, do potencial reprodutivo dos machos. Segundo estes autores, os testículos mais longos, como frequentemente encontrados nas raças zebuínas, apresentam maior superfície de contato com o meio ambiente, o que facilita a termorregulação. Além disso, a distribuição dos vasos sanguíneos e do tecido espermático é mais uniforme, melhorando qualiquantitativamente o sêmen. Eles também observaram que os testículos de forma mais longa apresentaram volumes semelhantes às demais formas.

De acordo com UNANIAN et al. (2000), frequentemente os reprodutores bovinos apresentam a forma ovóide dos testículos, porém a variação para formas alongadas é comum, principalmente em zebuínos, podendo causar a ocorrência de perímetros menos expressivos que em taurinos. Essa característica pode ser extremamente vantajosa, ainda mais considerando que testículos menos esféricos apresentam maior superfície de contato com o meio ambiente, facilitando a termorregulação, além de possibilitar a distribuição mais uniforme dos vasos sanguíneos e tecido espermático, favorecendo os padrões seminais.

Em estudo de BAILEY et al. (1996) para se determinar a forma dos testículos usou-se a razão entre a sua largura e o seu comprimento (largura/comprimento), na escala 1,00 a 0,50, onde 1,00 significa largura = comprimento e 0,50 largura = $\frac{1}{2}$ do comprimento. Em função desta escala foram estabelecidas as seguintes formas: razão $1 \leq 0,50$ = testículo longo; razão 2 de 0,51 a 0,625 = testículo longo/moderado; razão 3 de 0,626 a 0,750

= testículo longo/oval; razão 4 de 0,751 a 0,875 = testículo oval/esférico; e razão 5 > 0,875 = testículo esférico.

UNANIAN et al. (2000) analisaram características de volume e forma testiculares em touros jovens da raça Nelore e relataram que os valores médios de PE, comprimento, largura e volume aos 18 meses de idade, foram $236,81 \pm 22,36$ mm; $79,31 \pm 11,16$ mm; $42,92 \pm 5,83$ mm e $239,26 \pm 90,56$ mm³, respectivamente. Acrescentaram ainda que 87% dos animais apresentaram testículos com forma longa e, em 74%, houve mudança da forma com a idade.

VIU et al. (2006) trabalharam com touros Nelore de 17 a 24 meses de idade e observaram que predominaram as formas alongadas dos testículos e o volume médio variou com a idade. Encontraram ainda correlação fenotípica positiva ($r = 0,36$) entre forma testicular e PE, além de correlação fenotípica negativa entre forma e defeitos maiores ($r = -0,27$), defeitos menores ($r = -0,13$) e defeitos totais ($r = -0,26$). Da mesma forma, também relataram correlação fenotípica negativa entre volume testicular e defeitos maiores ($r = -0,27$), defeitos menores ($r = -0,20$) e defeitos totais ($r = -0,28$).

Considerando estas diferenças, possivelmente o volume testicular seja mais apropriado para comparar o tamanho testicular entre taurinos e zebuínos e, talvez, o volume testicular seja um melhor preditor do desenvolvimento testicular em zebuínos (VIU, 2009).

3 AVALIAÇÃO ANDROLÓGICA POR PONTOS

A padronização da avaliação andrológica de touros deve ser creditada a CHENOWETH & BALL (1980) que propuseram o sistema denominado “Breeding Soundness Evaluation” (BSE) para *Bos taurus taurus*. No Brasil, VALE FILHO (1988) criou o sistema “Classificação Andrológica por Pontos” (CAP) para a seleção de touros zebuínos.

O BSE classifica os animais de acordo com uma pontuação dada ao PE em função da faixa etária, aos aspectos físicos do sêmen e à morfologia espermática, sendo os valores máximos de 40, 20 e 40 pontos, respectivamente. Segundo CHENOWETH & BALL (1980), os animais podem ser enquadrados em três categorias quanto ao potencial reprodutivo: satisfatório - de 60 a 100 pontos; questionáveis - de 30 a 59 pontos; e insatisfatórios - de 0 a 30 pontos.

VALE FILHO (1988) sugeriu o dobro da idade para o mesmo PE proposto para taurinos, chamando atenção para o fato de que, dependendo do nível nutricional, tais medidas somente serão alcançadas em uma idade muito avançada.

FONSECA et al. (1989), com a finalidade de obter um sistema de simples aplicação que pudesse prever a fertilidade de touros *Bos taurus indicus*, propuseram uma tabela específica para avaliação andrológica do reprodutor de origem zebuína. De forma similar ao padrão norte-americano BSE e àquele proposto por VALE FILHO (1988), esse método avalia as mesmas características reprodutivas, porém com outros valores de PE em diferentes faixas etárias.

No entanto, com o melhoramento e os avanços genéticos do rebanho zebuíno, que já vinham sendo selecionados há alguns anos, a mesma tabela proposta por FONSECA et al. (1989) foi reformulada e atualizada. Para isso foram avaliados mais de 2.000 animais, predominantemente da raça Nelore. Diante desses dados, a tabela proposta por FONSECA et al. (1997) dá uma nova classificação ao PE de acordo com a faixa etária e propõe modificações na pontuação quanto aos aspectos físicos e morfológicos do sêmen, pontuados, no máximo, em 25 e 35 pontos, respectivamente (Tabela 1).

TABELA 1 - Classificação andrológica sugerida para touros *Bos taurus indicus*, baseada no perímetro escrotal e nas características físicas e morfológicas do sêmen

Características	Excelente	Bom	Regular	Fraco
Aspectos físicos do sêmen				
Vigor (0 -5)	5	4<5	3<4	<3
Motilidade (%)	≥75	60-75	30<60	<30
Pontuação	21-25	16<21	10<16	<10
Morfologia espermática				
Defeitos Maiores (%)	5	>5-10	>10-20	>20
Total de Defeitos	10	>10-15	>15-30	>30
Pontuação	30-35	25<30	15<25	<15
Perímetro escrotal (cm)				
12 -18 meses	26,0	24,0<26,0	21,5<24,0	<21,5
18 - 24 meses	31,5	28,5<31,5	26,0<28,5	<26,0
24 - 36 meses	35,0	32,0<35,0	29,0<32,0	<29,0
Pontuação	35-40	25<35	15<25	<15
Total de Pontos	86-100	66<86	40<66	<40

Fonte: FONSECA et al. (1997)

Segundo FONSECA et al. (1997), ao final do somatório de pontos os touros serão considerados:

- a) aptos - aqueles que não apresentam restrições de qualquer natureza, sendo subdivididos em três categorias: excelentes, muito bons e bons, conforme a pontuação obtida;
- b) aptos com restrição - aqueles que apresentam, em algum parâmetro avaliado, alguma característica indesejável, mas que se pressupõe reversível ou tida como de alta variabilidade, por exemplo, um defeito individual acima do percentual indicado como limite ou motilidade abaixo de 50%. Nesses casos novos exames devem ser realizados e, enquanto a característica indesejável não for corrigida, o animal pode ser utilizado com número menor de vacas;
- c) inaptos temporários - aqueles que apresentam quadros comuns a problemas genéticos e adquiridos, porém sem condição de diferenciação no momento por falta de indicadores biológicos. Novos exames devem ser realizados após

cuidados terapêuticos e/ou de manejo. Se o problema for de causa genética o animal será descartado; se for adquirido, o animal será liberado para o serviço após total recuperação; e

d) inaptos definitivos ou de descarte - aqueles que apresentam quadros conclusivos de patologias irreversíveis, herdáveis ou não, como a hipoplasia gonadal, a disfunção genética dos epidídimos, alterações de aprumos e degeneração testicular de caráter irreversível. Os animais que não alcançaram o PE mínimo estabelecido para a sua faixa etária também são considerados inaptos à reprodução.

3.1 Pacote computacional SW-CAP 2.0

O SW-CAP 2.0 se baseia em normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (Portaria SDR 26 de 05/09/1996), publicadas no Manual para Exame Andrológico e Avaliação de Sêmen Animal, 2ª edição (CBRA, 1998), elaborado conforme convênio MAPA/CBRA nº 021/1997, que foi revogada pela Instrução Normativa nº 53, de 27 de setembro de 2006.

O *software* objetiva organizar as informações obtidas na avaliação clínica e seminal do reprodutor, padronizando o julgamento da aptidão reprodutiva e os relatórios que poderão ser emitidos para o grupo de animais examinados, ou seja, por lote de touros ou individualmente em forma de laudo ou Certificado Andrológico, sempre considerando os critérios estabelecidos pelo MAPA.

O SW-CAP 2.0 possibilita ainda uma classificação andrológica por pontos, preconizada por vários especialistas da área (CHENOWETH & BALL, 1980; VALE FILHO, 1988; FONSECA et al. 1997; LÔBO et al., 1997). Esta classificação atribui pontuação para os critérios de motilidade progressiva e vigor; morfologia espermática e PE. Quanto a este último, avalia o valor mínimo aceitável em diferentes faixas etárias, conforme as subespécies *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus*, de acordo com proposta de VALE FILHO (1988), baseada na tabela preconizada por CHENOWETH & BALL (1980). Para o *Bos taurus indicus* ainda são oferecidas outras opções de classificação do PE, uma

conforme FONSECA (1997), predominantemente para animais da raça Nelore, sendo mais indicada para touros criados a campo, e outra para touros jovens, especificamente da raça Nelore, sugerida para animais submetidos a maior pressão de seleção, proposta pelo professor Raysildo Barbosa Lôbo (comunicação pessoal de 1997), ambas publicadas no Manual do CBRA de 1998. Como inovação estas tabelas foram teoricamente adaptadas à atribuição de pontos, visto que originalmente atribuíam os conceitos excelente, muito bom, bom, regular, questionável e fraco. Em qualquer das opções de cálculo oferecidas para *Bos taurus indicus*, valerá ao profissional usuário do sistema comparar os animais através do ranking de pontos alcançados, obtendo assim noção de importância de cada animal dentro do lote em avaliação.

É importante salientar que o SW-CAP 2.0 não substitui a análise crítica do profissional, sendo seu principal atributo permitir a organização desta análise.

Diante do exposto fica claro que, embora as características de biometria testicular sejam consideradas importantes na seleção de touros e que vários estudos mencionem as características seminais como indicadoras da eficiência reprodutiva do macho, poucos trabalhos se preocuparam em estabelecer uma relação direta entre estas variáveis. Em zebuínos é deficiente o conhecimento sobre a relação entre as características de biometria testicular e a qualidade do sêmen, o que valida qualquer esforço que venha a ser feito para o melhor entendimento destas associações (VIU, 2009).

4 QUADRO SEMINAL E HISTOLÓGICO DE DEGENERAÇÃO TESTICULAR

As falhas na fertilização são importante causa de infertilidade em reprodutores com libido normal e capazes de cobertura e ejaculação, sendo as patologias adquiridas, dentre elas a degeneração testicular, muito mais frequentes que as causas hereditárias. A degeneração pode variar de leve a grave e é mais comum ocorrer bilateralmente, pois quase sempre se deve a processos mórbidos generalizados (ROBERTS, 1979; HAFEZ & HAFEZ, 2004).

Segundo PTASZYNSKA (2003), as principais causas de degeneração testicular são: causas tóxicas, como por exemplo a ingestão de gossipol (CHENOWETH et al., 2000; HASSAN et al., 2004); deficiências nutricionais, como a falta de vitamina A (HAFEZ & HAFEZ, 2004) ou baixa ingestão de matéria seca em períodos de escassez de pastagens (CHACÓN et al., 2002); e, principalmente em animais criados em condições tropicais, altas temperaturas ambientais (FUERST-WALTL et al., 2006), causando o aumento do metabolismo do tecido espermático e a consequente hipóxia do parênquima testicular, levando à diminuição da produção e qualidade espermática (SETCHELL, 1998; BRITO et al., 2002; KOIVISTO et al., 2008).

O quadro seminal em touros expostos ao insulto térmico começa a se modificar após cerca de 11 a 14 dias (VOGLER et al., 1993; BRITO et al., 2003), com diminuição da concentração espermática, da motilidade individual progressiva, do vigor espermático e da porcentagem de espermatozóides morfológicamente normais (FERNANDES et al., 2008; KOIVISTO et al., 2008). Os efeitos deletérios da insulação dependem do tempo de agressão térmica (ARTEAGA et al., 2005) e podem ser reversíveis em função da severidade das alterações causadas no epitélio seminífero (NAGESWARA-RAO, 1997). Cerca de sessenta dias após a retirada da fonte de calor intenso o quadro seminal pode voltar ao normal, desde que a lesão tecidual não tenha sido extremamente grave (BRITO et al., 2002), num fenômeno conhecido como reversibilidade (ROBERTS, 1979).

De acordo com BUERGELT (1997), histologicamente a degeneração testicular é caracterizada pela circunferência irregular dos túbulos seminíferos, colapso tubular, estreitamento da lâmina basal dos túbulos e reação

inflamatória intersticial, incluindo a deposição de colágeno na resolução do processo inflamatório (JONES et al., 2000).

HOFLACK et al. (2008), estudando touros da raça Belgian Blue, observaram aumento na percentagem de colágeno intersticial testicular e sua correlação com a percentagem de espermatozóides normais ($r = -0,47$), defeitos primários ($r = 0,48$) e degeneração testicular ($r = 0,63$) nestes animais.

REFERÊNCIAS

1. 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, n. 2, p. 408-415, 2005.
2. BARBOSA, R. T.; MACHADO, R.; BERGAMASCHI, M. A. C. M. **A importância do exame andrológico em bovinos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005, 13p.
3. BAILEY, T. L.; MONKE, D.; HUDSON, R. S.; WOLFE, D. F.; CARSON, R. L.; RIDDELL, M. G. Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein bulls. **Theriogenology**, v. 46, p. 881-887, 1996.
4. BAILEY, T. L.; HUDSON, R. S.; POWE, T. A. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. **Theriogenology**, v. 49, n. 10, p. 581-598, 1998.
5. BANKS, W. J. **Histologia veterinária aplicada**, 2.ed. São Paulo: Manole, 1991. 629 p.
6. BICUDO, S. D.; SIQUEIRA, J. B.; MEIRA, C. Patologias do sistema reprodutor de touros. **Biológico**, v. 69, n. 2, p. 43-48, 2007.
7. BLOM, E. Interpretation of spermatic cytology in bulls. **Fertility and Sterility**, Birmingham, v. 1, p. 223-238, 1950.
8. BLOM, E. The ultrastructure of some characteristic sperm defects and a proposal for a new classification of the bull spermogram. **Nordican Veterinärer Medicine**, v. 25, n. 7-8, p. 383-391, 1973.
9. BRITO, L. F. C.; SILVA, A. E. D. F.; RODRIGUES, L. H.; VIEIRA, F. V.; DERAGON, L. A. G.; KASTELIC, J. P. Effect of age and genetic group on characteristics of the scrotum, testes and testicular vascular cones, and on sperm production and semen quality in All bulls in Brazil. **Theriogenology**, v. 58, p. 1175-1186, 2002.
10. BRITO, L. F. C.; SILVA, A. E. D. F.; BARBOSA, R. T.; UNANIAN, M. M.; KASTELIC, J. P. Effects of scrotal insulation on sperm production, semen quality, and testicular echotexture in *Bos indicus* and *Bos indicus* X *Bos taurus* bulls. **Animal Reproduction Science**, v. 79, n. 1-2, p. 1-15, 2003.
11. BRITO, L. F. C.; SILVA, A. E. D. F.; UNANIAN, M. M.; DODE, M. A. N.; BARBOSA, R. T.; KASTELIC, J. P. Sexual development in early and late-maturing *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred bulls in Brazil. **Theriogenology**, v. 62, n. 7, p. 1198-1217, 2004.
12. BUERGELT, C. D. **Color atlas of reproductive pathology of domestic animals**. Saint Louis: Mosby, 1997. 219 p.

13. CBRA. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal /** Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. 2.ed. – Belo Horizonte: CBRA, 1998. 49p. : il.
14. CHACÓN, J. Assessment of sperm morphology in zebu bulls, under field conditions in the tropics. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 36, n. 2, p. 91-99, 2001.
15. CHACÓN, J.; PEREZ, E.; RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. Seasonal variations in testicular consistency, scrotal circumference and spermogramme parameters of extensively reared Brahman bulls in the tropics. **Theriogenology**, v. 58, n. 1, p. 41-50, 2002.
16. CHENOWETH, P. J.; BALL, L. Breeding soundness evaluation in bulls. In: MORROW, D. A. **Current Therapy in Theriogenology**. Saunders Company: Philadelphia, 1980, p. 330-339.
17. CHENOWETH, P. J.; CHASE, C. C.; RISCO, C. A.; LARSEN, R.E. Characterization of gossypol-induced sperm abnormalities in bulls. **Theriogenology**, v. 53, n. 5, p. 1193-1203, 2000.
18. COULTER, G. H. Beef bull fertility: factors affecting seminal quality. In: FIELDS, M.J.; SAND, R.S. **Factors affecting Calf Group**. Boca Raton, Florida, CRC PRESS, p. 307-317, 1994.
19. DIAS, L. T.; EL FARRO, L.; ALBUQUERQUE, L. C. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1878-1882, 2003.
20. FERNANDES, C. E.; DODE, M. A. N.; PEREIRA, D.; SILVA, A. E. D. F. Effects of scrotal insulation in Nellore bulls on seminal quality and its relationship with in vitro fertilizing ability. **Theriogenology**, v. 70, n. 9, p. 1560-1568, 2008.
21. FONSECA, V. O.; COSTA E SILVA, E. V.; HERMANNY, A.; CRUDELI, G.; MACHADO, L. R. C. Classificação andrológica de touros zebus (*Bos taurus indicus*) com base na biometria testicular e características morfo-físicas do sêmen. Uma nova proposição. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Supl. 1, p. 187, 1989.
22. FONSECA, V. O.; SANTOS, N. R.; MALINSKI, P. R. Classificação andrológica de touros zebu (*Bos taurus indicus*) com base no perímetro escrotal e características morfo-físicas do sêmen. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 21, n. 2, p. 36-39, 1997.
23. FRANÇA, L. R.; CHIARINI-GARCIA, H. Célula de Sertoli. In: CARVALHO, H. F.; COLLARES-BUZATO, C. B. **Células – uma abordagem multidisciplinar**. Barueri: Manole, 2005. cap. 24, p. 302-324.

24. FUERST-WATTL, B.; SCHWARZENBACHER, H.; PERNER, C.; SOLKNER, J. Effects of age and environmental factors on semen production and semen quality of Austrian Simmental bulls. **Animal Reproduction Science**, v. 95, n. 1-2, p. 27-37, 2006.
25. GÁBOR, G.; SASSER, R. G.; KASTELIC, J. P.; COULTER, G.H.; FALKAY, G. Morphologic, endocrine and thermographic measurements of testicles in comparison with semen characteristics in mature Holstein-Friesian breeding bulls. **Animal Reproduction Science**, v. 51, n. 3, p. 215-224, 1998.
26. HAFEZ, E. S. E; HAFEZ, B. **Reprodução animal**. 7.ed. São Paulo: Manole, 2004, 513p.
27. HASSAN, M. E.; SMITH, G. W.; OTT, R. S.; FAULKNER, D. B. Reversibility of the reproductive toxicity of gossypol in peripubertal bulls. **Theriogenology**, v. 61, n. 6, p. 1191-1179, 2004.
28. HOFLACK, G.; VAN DEN BROECK, W.; MAES, D.; VAN DAMME, K. OPSOMER, G.; VAN SOOM, A. Testicular dysfunction is responsible for low sperm quality in Belgian Blue bulls. **Theriogenology**, v. 69, n. 3, p. 323-332, 2008.
29. JONES, T. C.; HUNT, R. D.; KING, N. W. **Patologia veterinária**. 6.ed. São Paulo: Manole, 2000, 1415p.
30. 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.
31. KASTELIC, F.P.; COOK, R.B.; PIERSON, R.A.; COULTER, G.H. Relationships among scrotal and testicular characteristics, sperm production, and seminal quality in 129 beef bulls. **The Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 65, p. 111-115, 2001.
32. KASTELIC, J.; COOK, R. B.; COULTER, G. H. Termoregulación scrotal/testicular en toros. In: TOPICS IN BULL FERTILITY, Ithaca, 2002. **International Veterinary Information Service**, 2002. Disponível em: <http://www.ivis.org/advances/Repro_Chenoweth/kastelic/chapter_frm.asp?LA=1>. Acesso em: 04 jan. 2009.
33. KOIVISTO, M. B.; COSTA, M. T. A.; PERRI, S. H. V.; VICENTE, W. R. R. The effect the effect of season on semen characteristics and freezability in *Bos indicus* and *Bos taurus* bulls in the southeastern region of Brazil. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 42, n. 4, p. 715-726, 2008.
34. LAGERLÖF, N. Morphologische Untersuchungen über Veränderungen im Spermiabild und in den Hoden bei Bullen mit verminderter oder aufgehobener Fertilität. **Acta Pathologica Microbiologica et Immunologica Scandinavica**, Kobenhavn, Suppl.19, Uppsala, 1934, 254p.

35. LINO NETO, J.; BAHAMONDES, L.; CARRELL, D. T.; CARVALHO, H. F. Espermatozóides. In: CARVALHO, H. F.; COLLARES-BUZATO, C. B. **Células – uma abordagem multidisciplinar**. Barueri: Manole, 2005. cap. 23, p. 291-301.
36. LÔBO, R. B.; REYES, A. de L.; BEZERRA, L. A. F.; PIMENTA, C. M. S. J.; SILVA, J. A. V.; TAVARES, H. F. Parâmetros fenotípicos e genéticos de pesos e perímetro escrotal às idades padrão em animais da raça Nelore. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, Brasília. **Anais...** Brasília:SBZ, p.625-627, 1997.
37. LOPES, D. T.; VIU, M. A. O.; MAGNABOSCO, C. U.; FARIA, C. U.; FERRAZ, H. T.; TROVO, J. B. F.; TERRA, J. P.; PIRES, B. C. Estimativas de parâmetros genéticos de características andrológicas de touros jovens da raça Nelore por meio da inferência bayesiana. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 2, n. 1, p. 72-83, 2011.
38. LUNSTRA, D. D.; COULTER, G. H. Relationship between scrotal infrared temperature patterns and natural-mating fertility in beef bulls. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 3, p. 767-774, 1997.
39. MIES FILHO, A. **Reprodução dos Animais e Inseminação Artificial**. 5 ed., Porto Alegre: Sulina, v. 2, 1982, 789p.
40. NAGESWARA-RAO, V. D. Influence of heat induced testicular degeneration on semen characteristics and testicular histology in rams. **Indian Veterinary Journal**, v. 54, p. 719-726, 1997.
41. NUNES, J. F.; RIERA, G. S.; RAMOS, A. A.; PONCE de LEON, F. A.; LIMA, F. A. M. **Características espermáticas de caprinos Moxotó, de acordo com a morfologia escrotal**. Circular Técnica nº 6, EMBRAPA - CNPC, 1983, 11p.
42. PALASZ, A. T.; CATES, W. F.; BARTH, A. D. The relationship between scrotal circumference and quantitative testicular traits in yearling beef bulls. **Theriogenology**, v. 42, n. 4, p. 715-726, 1994.
43. PINTO, P. A. **Análise da morfologia testicular e da produção e características de sêmen de reprodutores zebus da raça Nelore**. Ribeirão Preto, 1987, 87p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo.
44. PINTO, P. A. **O perímetro escrotal como critério de seleção em bovinos Nelore (*Bos taurus indicus*)**. Ribeirão Preto, 1994, 54p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo.
45. PTASZYNSKA, M. **Compendium of animal reproduction**. 8.ed. Intervet International Publisher, 2003. 322 p.

46. RAO, A. Changes in the morphology of sperm during their passage through the genital tract in bulls with normal and impaired spermatogenesis. **Royal Veterinary College**, Stockolm, 1971. 83p.
47. REECE, W. O. **Dukes – Fisiologia dos animais domésticos**, 10.ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
48. ROBERTS, S. J. **Obstetricia veterinaria y patologia de la reproducción (teriogenologia)**. Editora Hemisferio Sur S. A., 1979. 1021 p.
49. RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. Methods for sperm evaluation and their relationship to fertility. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 16, 2005, Goiânia. **Palestras...** Goiânia: CBRA, p. 1-9, 2005. [CD-ROM].
50. SANTOS, M. D.; TORRES, C. A. A.; GUIMARÃES, J. D.; PEREIRA, F. C.; MACHADO, G. V. Sêmen e circunferência escrotal de touros zebu alimentados com dois níveis de concentrado e lipídeos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 3, p. 627-632, 1998.
51. SCHMIDT-HEBBEL, J.; TONIOLLO, G. H.; LEITE, F. G.; FERRAUDO, A. S.; PERECIN, D.; PACOLA, L. J. Características físicas e morfológicas de sêmen de touros jovens das raças Gir, Guzerá, Nelore (*Bos taurus indicus*) e Caracu (*Bos taurus taurus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 5, p. 461-467, 2000.
52. SENGGER, P. L. **Pathways to pregnancy and parturition**. Washington: Wahsington State University, 2002. 368p.
53. SETCHELL, B. P. Heat and the testis. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 114, p. 179-194, 1998.
54. SILVA, A. E. D. F.; UNANIAN, M. M.; CORDEIRO, C. M. T.; FREITAS, A. R. Relação da circunferência escrotal e parâmetros da qualidade do semen em touros da raça Nelore, PO. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1157-1165, 2002.
55. TRENKLE, A.; WILHAM, R. L. Beef production efficiency. **Science**, v. 198, p. 1009, 1977.
56. UNANIAN, M. M.; SILVA, A. E. D. F.; McMANUS, C.; CARDOSO, E. P. Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 136-144, 2000.
57. VALE FILHO, V. R. Desenvolvimento testicular em touros: aspectos clínicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL. 7, V.1, 1988, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: CBRA, v.1, 1988, p.418-438.

58. VALE FILHO, V. R. **A evolução da andrologia veterinária no Brasil e no mundo.** In: CADERNOS TÉCNICOS DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA. Belo Horizonte: FEP MZV Editora, n. 35, p. 7-14, 2001.
59. VALENTIM, R.; ARRUDA, R.P.; BARNABÉ, R.C.; ALENCAR, M.M. Biometria testicular de touros Nelore e touros cruzados europeu-Nelore aos 20 e 24 meses de idade. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 39, p. 113-120, 2002.
60. VOGLER, C. J.; BAME, J. H.; DEJARNETTE, J. M. McGILLIARD, M. L.; SAAKE, R. G. Effects of elevated testicular temperature on morphology characteristics of ejaculated spermatozoa in the bovine. **Theriogenology**, v. 40, p. 1207-1219, 1993.
61. VIU, M. A. O.; MAGNABOSCO, C. U.; FERRAZ, H. T.; GAMBARINI, M.L.; OLIVEIRA FILHO, B.D.; LOPES, D.T.; VIU, A.M.F. Desenvolvimento ponderal, biometria testicular e qualidade seminal de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) criados extensivamente na região Centro-Oeste do Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 3, p. 53-57, 2006.
62. VIU, M.A.O. **Estudo Genético quantitativo e ambiental do potencial reprodutivo de touros Nelore criados no Centro-Oeste do Brasil.** Goiânia, 2009, 118p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás.

CAPÍTULO 3 - BIOMETRIA TESTICULAR E QUALIDADE SEMINAL EM MACHOS NELORE (*Bos taurus indicus*) CRIADOS EXTENSIVAMENTE NO SUDOESTE DE GOIÁS

RESUMO

Desenvolveu-se este estudo com o objetivo de avaliar a relação entre medidas biométricas testiculares e a qualidade seminal em touros da raça Nelore criados extensivamente na região Sudoeste do Estado de Goiás. O conjunto de dados deste trabalho provém de 42 avaliações andrológicas realizadas em machos com idade variando entre 30 e 36 meses, criados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Foram estudadas as características reprodutivas: perímetro escrotal (PE); forma testicular (FORM); comprimento médio dos testículos (COMPM); largura média dos testículos (LARGM); volume testicular médio (VOLTEST); movimento massal (MMAS); vigor espermático (VIG); motilidade individual progressiva (MOT); concentração espermática (CONC); defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT); e certificação andrológica por pontos (CAP). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Os aspectos físicos (MMAS, VIG e MOT) e morfológicos (DEFMAI, DEFMEN e DEFTOT) do ejaculado, assim como o índice CAP, mostraram diferença ($P < 0,05$) entre os animais classificados como aptos ou inaptos à reprodução. Não foram verificados, em nenhum indivíduo, os formatos testiculares classificados como oval-esférico e esférico. O VOLTEST diferiu ($P < 0,05$) entre as três formas testiculares observadas (longo, longo-moderado e longo-oval), sendo maior nos animais com testículos longo-ovais. O peso vivo dos animais apresentou correlação negativa de moderada intensidade ($P < 0,10$) com DEFMAI, DEFMEN e DEFTOT. Pode-se concluir que para estudar variáveis biométricas testiculares e de qualidade seminal é necessário um universo de avaliações muito maior do que o utilizado no presente trabalho.

Palavras-chave: andrologia, bovino, reprodução, sêmen, zebuíno

TESTICULAR BIOMETRY AND SEMINAL QUALITY IN NELLORE (*Bos taurus indicus*) MALES EXTENSIVELY RAISED IN SOUTHWEST OF GOIÁS

ABSTRACT

Developed this study aiming to evaluate the relationship between testicular biometry measurements and seminal quality in Nellore bulls extensively raised in the southwest of Goiás State. The data set of this work comes from breeding soundness evaluation of 42 males aged between 30 and 36 months, raised on *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*. Were studied the reproductive traits, scrotal circumference (PE); testicular form (FORM); average length of the testes (COMPM); average width of the testes (LARGM); average testicular volume (VOLTEST); grass motility (MMAS); spermatic vigor (VIG); individual progressive motility (MOT); sperm concentration (CONC); major defects (DEFMAI); minor defects (DEFMEN); total defects (DEFTOT); and andrological certification by points (CAP). The experimental design was completely randomized. The physical aspects (MMAS, MOT and VIG) and morphological (DEFMAI, DEFMEN and DEFTOT) of the ejaculate, as well as the CAP rate, showed difference ($P < 0.05$) among animals classified as apt or inapt to reproduction. Was not observed, in any individual, testicular forms classified as oval-spherical and spherical. The VOLTEST differ ($P < 0.05$) between the three observed testicular forms (long, long-moderate and long-oval), being higher in animals with long-oval testicles. Body weight showed a negative correlation of moderate intensity ($P < 0.10$) with DEFMAI, DEFMEN and DEFTOT. It can be concluded that to study testicular biometric variables and seminal quality it's necessary a much larger universe of assessments than that used in this work.

Keywords: andrology, bovine, reproduction, semen, zebuine

1 INTRODUÇÃO

A seleção de touros que serão utilizados em monta natural é de fundamental importância, uma vez que o reprodutor é responsável pela transmissão de 50% dos seus genes a grande parte do rebanho (QUIRINO, 1999) e, devido a isto, a intensidade de seleção nos mesmos deve ser muito maior do que nas fêmeas.

Em estudo realizado por FONSECA et al. (2000), constatou-se elevada proporção de touros questionáveis quanto às medidas biométricas testiculares, às características de qualidade seminal (aspectos físicos e morfológicos dos espermatozoides) e, até mesmo, quanto a fatores comportamentais reprodutivos ou libido. Segundo VIU (2009), a utilização de reprodutores selecionados após avaliação da saúde reprodutiva feita pelo exame andrológico tem como finalidade garantir a qualidade seminal, melhorando a eficiência reprodutiva do rebanho e, assim, a lucratividade média por animal nascido.

Para avaliação da capacidade reprodutiva de touros vários parâmetros podem ser utilizados, entre eles as medidas de biometria testicular, destacando-se o perímetro escrotal (PE), mensuração facilmente obtida e de alta repetibilidade entre diferentes avaliadores. Além de herdabilidade moderada a alta, essa medida está correlacionada ao ganho de peso (VALENTIN et al., 2002; KEALEY et al., 2006); à puberdade em machos e fêmeas (PEREIRA et al., 2000; CORRÊA et al. 2006); e à produção espermática e à qualidade seminal dos animais (SILVA et al., 2002; QUIRINO et al., 2004; VIU et al., 2006; DIAS et al., 2008). Por estas razões o PE é bastante utilizado, representando a quantidade da área ocupada pelo tecido testicular, responsável pela produção de andrógenos e espermatozoides (VIU, 2009).

No entanto, o PE é uma medida indireta da massa testicular, que não considera a variação individual na forma dos testículos e na qual a espessura da parede da bolsa escrotal é erroneamente somada (BAILEY et al., 1998). Por isso, outras medidas como volume testicular médio, peso testicular médio e a forma testicular tem sido propostas para aumentar a acurácia da seleção dos

reprodutores tendo como base as medidas de biometria testicular (BAILEY et al., 1996; BAILEY et al., 1998; UNANIAN et al., 2000).

Nesse contexto, desenvolveu-se este estudo com o objetivo de se avaliar a relação entre medidas biométricas testiculares e a qualidade seminal em touros da raça Nelore criados extensivamente na região Sudoeste do Estado de Goiás.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido na Fazenda Santa Rosa, localizada no município de Caçu, sudoeste do Estado de Goiás, durante o mês de outubro de 2008. Geograficamente, esta propriedade situa-se a 18° 53' 03" de latitude sul e 50° 59' 58" de longitude oeste do Meridiano de Greenwich, a cerca de 450 metros de altitude. Segundo o INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET (2011), a região é caracterizada por temperatura média anual de 24 °C (máxima de 33 °C e mínima de 18 °C) e precipitação média de 1.600 mm, com vegetação predominante de cerrado.

O conjunto de dados deste estudo provém de 42 avaliações andrológicas realizadas em machos da raça Nelore de um rebanho comercial destinado ao corte, com idade variando entre 30 e 36 meses, criados extensivamente em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Foram estudadas as características: peso corporal (PC); perímetro escrotal (PE); comprimento médio dos testículos (COMPM); largura média dos testículos (LARGM); volume testicular médio (VOLTEST); movimento massal (MMAS); vigor espermático (VIG); motilidade individual progressiva (MOT); concentração espermática (CONC); defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT); e certificação andrológica por pontos (CAP).

Os animais foram submetidos a exame clínico geral e do sistema reprodutor de acordo com as recomendações do Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 1998), incluindo a mensuração do PE com o uso de fita métrica no maior diâmetro da bolsa testicular. As medidas de comprimento e largura dos testículos foram obtidas com o uso de paquímetro digital.

O sêmen foi colhido pelo método de eletroejaculação e uma alíquota foi avaliada imediatamente para CONC (sptz/mL), MOT (0 a 100%), VIG (0 a 5) e MMAS (0 a 5), todos em microscopia óptica com aumento de 100 vezes. Em seguida foi realizada a avaliação da morfologia espermática, usando microscopia de contraste de fase em aumento de 1.000 vezes, agrupando-se as patologias espermáticas em DEFMAI, DEFMEN e DEFTOT, conforme preconizado pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 1998).

Com base nas informações obtidas determinaram-se as categorias por aptidão reprodutiva, sendo: considerados aptos à reprodução aqueles com motilidade $\geq 50\%$, vigor ≥ 3 e defeitos totais $< 30\%$, e inaptos à reprodução aqueles com motilidade $< 50\%$, vigor < 3 ou defeitos totais $> 30\%$ (CBRA, 1998).

Quanto à determinação da FORM, a classificação de cada animal foi realizada obtendo-se a razão entre LARGM (média das larguras do testículo esquerdo e direito) e COMPM (média dos comprimentos do testículo esquerdo e direito), de acordo com o método empregado por BAILEY et al. (1996) e BAILEY et al. (1998) na escala de 0,5 a 1,0, em que 0,5 significa largura igual à metade do comprimento e 1,0 largura igual ao comprimento. Para cada classe um valor limite foi estabelecido:

- 1 - testículos com formato longo: razão $\leq 0,5$;
- 2 - testículos com formato longo-moderado: razão de 0,51 a 0,625;
- 3 - testículos com formato longo-oval: razão de 0,626 a 0,750;
- 4 - testículos com formato oval-esférico: razão de 0,751 a 0,875; e
- 5 - testículos com formato esférico: razão $> 0,875$.

O volume testicular foi calculado segundo FIELDS et al. (1979), empregando-se a fórmula:

$$VT = 2[(r^2) \times \pi \times L]$$

onde:

VT = volume testicular;

r = raio da largura testicular;

π = constante (3,14); e

L = comprimento testicular.

O VOLTEST foi a média aritmética do volume dos testículos esquerdo e direito.

Após avaliação andrológica, os touros receberam pontuação com auxílio do aplicativo computacional SW-CAP versão 2.0, no qual se adotou o sistema

de classificação preconizado por FONSECA et al. (1997), pontuando-se os seguintes parâmetros: PE até 40 pontos, aspectos físicos do ejaculado até 25 pontos e morfologia espermática até 35 pontos que, somados, permitiram a obtenção de um índice denominado certificação andrológica por pontos (CAP).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, sendo os parâmetros obtidos analisados utilizando-se o pacote computacional SAS - v. 8.0 (SAS, 2000). Foram realizadas análises de crítica e consistência (frequências, distribuição de frequências e homogeneidade de variâncias). Mediante a utilização do programa computacional SAEG (2005) empregaram-se os seguintes testes: Lilliefors, para determinar se os erros das variáveis possuíam distribuição normal de probabilidade; e o de Bartlett, para determinar se as variáveis possuíam homogeneidade de variância dos erros experimentais.

Após as análises de crítica e consistência dos dados foram realizadas transformações nas variáveis que não obedeceram ao pressuposto de que os erros experimentais deveriam ter distribuição normal de probabilidade e homogeneidade de variância. Os melhores ajustes foram obtidos pelas seguintes transformações:

- 1) Comprimento testicular médio (COMPM) = $[\log(\text{COMPM})]$
- 2) Largura testicular média (LARGM) = $[1/(\text{LARGM})^2]$
- 3) Motilidade (MOT) = $[\log(\text{MOT})]$
- 4) Defeitos maiores (DEFMAI) = $[\log(\text{DEFMAI})]$
- 5) Defeitos totais (DEFTOT) = $[\log(\text{DEFTOT})]$
- 6) Certificação andrológica por pontos (CAP) = $[\arcsen(\sqrt{X})]$

O banco de dados gerado foi submetido às análises de variância utilizando-se o procedimento *General Linear Models* (GLM) do programa computacional SAS - v. 8.0 (SAS, 2000), cujo modelo matemático foi:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{APT}_i + \text{FOR}_j + e_{ijk}$$

onde:

Y_{ijk} = observações das variáveis dependentes em estudo;

μ = média geral da variável dependente em estudo;

APT_i = efeito fixo da i-ésima aptidão reprodutiva do animal;

FOR_j = efeito fixo da j-ésima forma testicular do animal; e

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação

O teste de média “t” foi feito por meio da opção LSMEANS do procedimento GLM do programa computacional referido anteriormente. Para o estudo da intensidade com que se manifesta uma associação entre duas variáveis, optou-se pelo uso do coeficiente de correlação de Spearman, calculado pelo procedimento CORR do programa SAS - v. 8.0 (SAS, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias, ajustadas pelos quadrados mínimos, das variáveis estudadas nos animais classificados em aptos ou inaptos à reprodução podem ser observadas na Tabela 1.

TABELA 1 – Médias ajustadas pelos quadrados mínimos (μ), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das variáveis perímetro escrotal (PE); comprimento médio dos testículos (COMPM); largura média dos testículos (LARGM); volume testicular médio (VOLTEST); movimento massal (MMAS); vigor espermático (VIG); motilidade individual progressiva (MOT); concentração espermática (CONC); defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT); e certificação andrológica por pontos (CAP) dos animais classificados como aptos ou inaptos à reprodução – Fazenda Santa Rosa, Caçu-GO, 2008

Variável	Aptos (n=36)		Inaptos (n=6)	
	$\mu \pm DP$	CV (%)	$\mu \pm DP$	CV (%)
PE (cm)	31,34 \pm 2,09	6,65	31,80 \pm 4,82	15,15
COMPM (cm)	9,99 \pm 1,09	10,91	10,30 \pm 1,79	17,37
LARGM (cm)	5,46 \pm 0,56	10,33	5,30 \pm 0,76	14,31
VOLTEST (cm ³)	261,56 \pm 78,82	30,13	245,71 \pm 11,93	45,55
MMAS (0-5)	3,91 \pm 0,85 ^a	21,81	2,50 \pm 1,23 ^b	49,01
VIG (0-5)	4,03 \pm 0,75 ^a	18,54	2,75 \pm 0,83 ^b	30,16
MOT (%)	82,35 \pm 8,42 ^a	10,23	63,13 \pm 22,64 ^b	35,86
CONC (x10 ⁶ sptz/mL)	1862,59 \pm 1969,88	105,76	1200,25 \pm 561,64	46,79
DEFMAI (%)	5,56 \pm 4,15 ^a	74,71	19,88 \pm 12,18 ^b	61,30
DEFMEN (%)	1,82 \pm 1,82 ^a	99,96	6,87 \pm 10,69 ^b	155,61
DEFTOT (%)	7,38 \pm 5,00 ^a	67,74	26,75 \pm 13,26 ^b	49,56
CAP (%)	79,82 \pm 9,24 ^a	11,57	50,50 \pm 9,59 ^b	18,99

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença (P<0,05) pelo teste “t” do procedimento LSMEANS (SAS, 2000)

Analisando-se a Tabela 1 pode-se verificar que os aspectos físicos (MMAS, VIG e MOT) e morfológicos (DEFMAI, DEFMEN e DEFTOT) do ejaculado mostraram diferença entre os grupos. Isto ocorreu, provavelmente, porque estes são os critérios utilizados para determinar se um animal é apto ou não à reprodução, seguindo-se os parâmetros estabelecidos pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 1998). A exceção foi a variável CONC, que não diferiu entre os grupos. Este fato pode ser explicado por questões relacionadas à própria coleta, uma vez que existe uma variação individual muito grande entre o ejaculado dos animais colhido por eletroejaculação, podendo este estar diluído com urina, interferindo, inclusive, na avaliação da MMAS, do VIG e da MOT, justificando assim os elevados coeficientes de variação destas variáveis.

Quanto à proporção de defeitos espermáticos maiores, menores e totais dos animais considerados aptos à reprodução, os valores obtidos neste estudo foram próximos aos descritos por outros autores que também trabalharam com animais da raça Nelore, como SILVEIRA (2004), que obteve 15,86%; 6,33% e 22,19% para defeitos maiores, menores e totais, respectivamente; VIU et al. (2006), que relataram 5,93%; 4,26% e 10,19%; e VIU (2009), que observou 12,6%, 6,4% e 19,0%, respectivamente para estas mesmas características.

O índice CAP obtido neste estudo também diferiu entre os animais aptos ou não (Tabela 1) e isto pode ser explicado pelo fato de que, além do PE, os aspectos físicos e morfológicos do ejaculado são utilizados para obtenção do mesmo (FONSECA et al., 1997) e, como estes diferiram entre animais aptos ou não, era de se esperar que o índice CAP seguisse essa tendência.

A Tabela 2 traz informações referentes às médias, ajustadas pelos quadrados mínimos, das características estudadas quando se considera como efeito fixo a forma dos testículos. Neste pequeno grupo de animais estudados não foi verificado, em nenhum indivíduo, os formatos oval-esférico e esférico. Isto está de acordo com a literatura pois, VIU (2009) e LOPES (2010), ambos trabalhando com touros da raça Nelore num universo de avaliações muito maior do que o do presente estudo, observaram poucos animais com estes formatos e a predominância das formas longo-moderado e longo-oval. Adicionalmente, UNANIAN et al. (2000) também relataram a predominância da forma longo-moderada em touros Nelore de 18 meses de idade.

O VOLTEST foi maior nos animais com testículos classificados com longo-ovais, diferindo entre as três formas testiculares. Isto pode estar relacionado ao fato de que a LARGM e o COMPM dos testículos, usados no cálculo do volume, também variaram entre as formas, uma vez que a razão entre estas medidas também é utilizada na determinação da FORM.

TABELA 2 - Média ajustada pelos quadrados mínimos (μ), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das variáveis perímetro escrotal (PE); comprimento médio dos testículos (COMPM); largura média dos testículos (LARGM); volume testicular médio (VOLTEST); movimento massal (MMAS); vigor espermático (VIG); motilidade individual progressiva (MOT); concentração espermática (CONC); defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT); e certificação andrológica por pontos (CAP) dos animais com testículos classificados, quanto à forma, em longo, longo-moderado e longo-oval – Fazenda Santa Rosa, Caçu-GO, 2008

Variável	Longo (n=17)		Longo-moderado (n=18)		Longo-oval (n=7)	
	$\mu \pm DP$	CV (%)	$\mu \pm DP$	CV (%)	$\mu \pm DP$	CV (%)
PE (cm)	31,24 \pm 1,86	5,94	31,58 \pm 3,07	9,73	31,29 \pm 2,36	7,54
COMPM (cm)	10,76 \pm 0,94 ^a	8,71	9,56 \pm 1,21 ^b	12,68	9,43 \pm 0,45 ^b	4,77
LARGM (cm)	5,06 \pm 0,43 ^a	8,48	5,56 \pm 0,57 ^b	10,19	6,00 \pm 0,29 ^b	4,81
VOLTEST (cm ³)	207,46 \pm 51,85 ^a	24,99	277,27 \pm 83,57 ^b	30,14	341,31 \pm 49,21 ^c	14,42
MMAS (0-5)	3,70 \pm 0,89	24,07	3,55 \pm 1,34	37,76	3,71 \pm 0,70	18,85
VIG (0-5)	3,88 \pm 0,83	21,43	3,66 \pm 1,05	28,75	3,85 \pm 0,63	16,57
MOT (%)	80,88 \pm 9,11	11,26	75,55 \pm 19,28	25,52	81,42 \pm 8,33	10,23
CONC (x10 ⁶ sptz/mL)	2357,71 \pm 2566,07	108,83	1239,06 \pm 760,32	61,36	1506,57 \pm 716,12	47,53
DEFMAI (%)	7,35 \pm 6,24	84,87	9,11 \pm 11,01	120,80	8,42 \pm 5,75	68,29
DEFMEN (%)	2,35 \pm 2,24	95,54	3,61 \pm 7,72	213,97	1,71 \pm 1,16	67,72
DEFTOT (%)	9,70 \pm 7,60	78,38	12,72 \pm 13,75	108,10	10,14 \pm 5,49	54,13
CAP (%)	77,88 \pm 12,24	15,72	73,94 \pm 15,06	20,36	78,71 \pm 11,50	14,60

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença ($P < 0,05$) pelo teste “t” do procedimento LSMEANS (SAS, 2000)

TABELA 3 - Coeficientes de correlação e nível de significância entre as variáveis biométricas peso corporal (PC); perímetro escrotal (PE); comprimento médio (COMPM) e largura média (LARGM) dos testículos; forma (FORM) e volume (VOLTEST) testiculares; e os aspectos morfológicos do sêmen: defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT) - Fazenda Santa Rosa, Caçu-GO, 2008

Característica	PC	PE	COMPM	LARGM	FORM	VOLTEST
DEFMAI	-0,37 (P=0,0168)	0,20 (P=0,2037)	-0,04 (P=0,7969)	0,04 (P=0,8237)	0,07 (P=0,6769)	0,04 (P=0,8237)
DEFMEN	-0,27 (P=0,0800)	-0,08 (P=0,6136)	-0,13 (P=0,4040)	-0,12 (P=0,4680)	-0,05 (P=0,7300)	-0,12 (P=0,4680)
DEFTOT	-0,35 (P=0,0241)	0,16 (P=0,3167)	-0,08 (P=0,6036)	0,03 (P=0,8347)	0,09 (P=0,5847)	0,03 (P=0,8347)

Analisando-se a Tabela 3 pode-se observar que a variável peso vivo (PV) apresentou correlação negativa de moderada intensidade ($P < 0,05$) com os aspectos morfológicos seminais (DEFMAI e DEFTOT). Isto pode ser explicado pelo fato de que, com o avanço da idade e, portanto, aumento do PC, as patologias espermáticas tendem a diminuir, assim como relatado por TROCÓNIZ et al. (1991), PALASZ et al. (1994), VALENTIN et al. (2002) e VIU et al. (2006). As demais variáveis biométricas não apresentaram correlação significativa com a porcentagem de defeitos seminais neste estudo, provavelmente devido ao reduzido número de animais utilizados no experimento.

4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo podemos concluir que:

- ✓ A melhoria dos aspectos físicos e morfológicos do sêmen está diretamente relacionada à aptidão reprodutiva dos machos;
- ✓ O volume testicular é maior em touros com formato testicular classificado como longo-oval; e
- ✓ Para se estudar variáveis biométricas testiculares e de qualidade seminal é necessário um universo de avaliações maior do que o utilizado no presente trabalho.

REFERÊNCIAS

1. BAILEY, T. L.; MONKE, D.; HUDSON, R. S.; WOLFE, D. F.; CARSON, R. L.; RIDDELL, M. G. Testicular shape and its relationship to sperm production in mature holstein bulls. **Theriogenology**, v. 46, n. 3, p. 881-887, 1996.
2. BAILEY, T. L.; HUDSON, R. S.; POWE, T. A.; RIDDELL, M. G.; WOLFE, D. F.; CARSON, R. L. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicle and mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. **Theriogenology**, v. 49, n. 10, p. 581-598, 1998.
3. CBRA. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**/Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. 2.ed. – Belo Horizonte: CBRA, 1998. 49p. : il.
4. CORRÊA, A. B.; VALE FILHO, V. R.; CORRÊA, G. S. S.; ANDRADE, V. J.; SILVA, M. A.; DIAS, J. C. Características do sêmen e maturidade sexual de touros jovens da raça Tabapuã (*Bos taurus indicus*) em diferentes manejos alimentares. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 388-393, 2006.
5. DIAS, J. C.; ANDRADE, V. J.; MARTINS, J. A. M.; EMERICK, L. L.; VALE FILHO, V. R. Correlações genéticas e fenotípicas entre características reprodutivas e produtivas de touros da raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1; p. 53-59, 2008.
6. FIELDS, M. J.; BURNS, W. C.; WARNICK, A. C. Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beef bulls. **Journal of Animal Science**, v. 48, n. 6, p. 1299-1304, 1979.
7. FONSECA, V. O.; SANTOS, N. R.; MALINSKI, P. R. Classificação andrológica de touros zebus (*Bos taurus indicus*) com base no perímetro escrotal e características morfo-físicas do sêmen. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 21, n. 2, p. 36-39, 1997.
8. FONSECA, V. O.; FRANCO, C. S.; BERGMANN, J. A. G. Potencial reprodutivo e econômico de touros Nelore acasalados coletivamente na proporção de um touro para 80 vacas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 1, p. 77-82, 2000.
9. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET, Climatologia, Temperatura média anual, Pluviosidade anual. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/clima.php?lnk=/html/clima/mapas/>. Acesso em 10 nov. 2011.
10. KEALEY, C. G.; MacNEIL, M. D.; TESS, M. W.; GEARY, T. W.; BELLOWES, R. A. Genetic parameter estimates for scrotal circumference and semen characteristics of line 1 Herefords bulls. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 2, p. 283-290, 2006.

11. LOPES, D. T. **Estudo genético-quantitativo de características andrológicas e de carcaça, medidas *in vivo* por ultrassonografia, em touros da raça Nelore, utilizando inferência bayesiana.** Goiânia, 2010, 110p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás.
12. PALASZ, A. T.; CATES, W. F.; BARTH, A. D. The relationship between scrotal circumference and quantitative testicular traits in yearling beef bulls. **Theriogenology**, v. 42, n. 4, p. 715-726, 1994.
13. PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1676-1683, 2000.
14. QUIRINO, C. R. **Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares, características seminais e libido em touros Nelore.** Belo Horizonte, 1999. 104p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais.
15. QUIRINO, C. R.; BERGMANN, J. A. G.; VALE FILHO, V. R.; ANDRADE, V. J.; REIS, S. R.; MENDONÇA, R. M.; FONSECA, C. G. Genetic parameters of libido in Brazilian Nellore bulls. **Theriogenology**, v. 62, n. 1-2, p. 1-7, 2004.
16. SAEG - **Sistema para análises estatísticas, versão 9.0.** Viçosa: FUNARBE, 2005.
17. SAS - **User's Guide: statistics.** 5.ed. Cary: SAS Institute, 2000. 1028p.
18. SILVA, A. E. D. F.; UNANIAN, M. M.; CORDEIRO, C. M. T.; FREITAS, A. R. Relação da circunferência escrotal e parâmetros da qualidade do semen em touros da raça Nelore, PO. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1157-1165, 2002.
19. SILVEIRA, T. S. **Estádio de maturidade sexual e estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos de características reprodutivas e ponderais, em touros da raça Nelore.** 2004, 137p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa - UFV. Viçosa - Minas Gerais.
20. TROCÓNIZ, J. F.; BELTRÁN, J.; BASTIDAS, H. Testicular development, body weight changes, puberty and semen traits of growing Guzarat and Nellore bulls. **Theriogenology**, v. 35, n. 4, p. 815-826, 1991.
21. UNANIAN, M. M.; SILVA, A. E. D. F.; McMANUS, C.; CARDOSO, E. P. Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 136-144, 2000.
22. VALENTIM, R.; ARRUDA, R. P.; BARNABÉ, R. C.; ALENCAR, M. M. Biometria testicular de touros Nelore e touros cruzados europeu-Nelore aos 20 e 24 meses de idade. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 39, p. 113-120, 2002.

23. VIU, M. A. O.; MAGNABOSCO, C. U.; FERRAZ, H. T.; GAMBARINI, M. L.; OLIVEIRA FILHO, B. D.; LOPES, D. T.; VIU, A. M. F. Desenvolvimento ponderal, biometria testicular e qualidade seminal de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) criados extensivamente na região Centro-Oeste do Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 3, p. 53-57, 2006.

24. VIU, M. A. O. **Estudo Genético quantitativo e ambiental do potencial reprodutivo de touros Nelore criados no Centro-Oeste do Brasil**. Goiânia, 2009, 118p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás.

CAPÍTULO 4 – HISTOMETRIA E FORMA TESTICULARES ASSOCIADAS À QUALIDADE SEMINAL EM MACHOS NELORE (*Bos taurus indicus*) CRIADOS EXTENSIVAMENTE NO SUDOESTE DE GOIÁS

RESUMO

Desenvolveu-se este estudo com o intuito de verificar as associações entre a forma dos testículos, as alterações histológicas no parênquima testicular e a qualidade seminal. Quarenta e dois animais, entre 30 e 36 meses de idade e que seriam castrados para terminação, tiveram o sêmen coletado. Logo após o procedimento cirúrgico amostras de três porções (proximal, intermediária e distal) de seus testículos foram colhidas e fixadas em formol 10%. Realizou-se a avaliação andrológica destes animais e a preparação de lâminas histológicas para avaliação do parênquima testicular. Foram avaliados: forma testicular (FORM); movimento massal (MMAS); vigor espermático (VIG); motilidade individual progressiva (MOT); concentração espermática (CONC); defeitos espermáticos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT); distância média entre os túbulos seminíferos (DISTMED); espessura média do epitélio seminífero (ESPMED); e percentagem média de colágeno intersticial (COLMED). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. Animais com testículo classificado como longo apresentaram menor DISTMED, maior ESPMED e menor COLMED, além de valores superiores quanto aos aspectos físicos e morfológicos do ejaculado. A DISTMED foi menor e a ESPMED foi maior na porção mais distal do testículo. As correlações de DISTMED, ESPMED e COLMED com os DEFTOT foram, respectivamente, 0,51; -0,39; e 0,29. Assim, pode-se concluir que: 1) testículos de forma alongada sofrem menos lesões teciduais no parênquima testicular, apresentando maior produção e melhor qualidade seminal; 2) as porções distais dos testículos demonstram menos lesões ao tecido espermático; e 3) as menores distâncias entre os túbulos seminíferos, a maior espessura do epitélio seminífero e a menor concentração de colágeno intersticial nos testículos estão relacionadas à melhoria da qualidade seminal.

Palavras-chave: andrologia, bovino, reprodução, sêmen, zebuíno

**TESTICULAR HISTOMETRY AND SHAPE ASSOCIATED WITH SEMINAL
QUALITY IN NELLORE (*Bos taurus indicus*) MALES EXTENSIVELY
RAISED IN SOUTHWESTH OF GOIÁS**

ABSTRACT

This study was developed to verify the associations between the shape of the testicles, the histological changes in testicular parenchyma and seminal quality. Forty two animals, between 30 and 36 months of age who were castrated for termination, had the semen collected. Immediately after surgery, samples of three portions (proximal, middle, and distal) of the testes were harvested and fixed in formol 10%. It was do breeding soundness evaluation of these animals and preparation of slides for histological evaluation of testicular parenchyma. Were evaluated: testicular form (FORM); grass movement (MMAS); spermatic vigor (VIG); individual progressive motility (MOT); sperm concentration (CONC); major (DEFMAI), lower (DEFMEN) and total (DEFTOT) sperm defects; average distance between the seminiferous tubules (DISTMED); the average thickness of the seminiferous epithelium (ESPMED); and average percentage of interstitial collagen (COLMED). The experimental was design completely randomized. Animals with testicular classified as long had lower DISTMED, higher ESPMED, lower COLMED, and higher values regarding physical and morphological semen. The DISTMED was lower and ESPMED was higher in the distal portion of the testis. The correlations of DISTMED, ESPMED and COLMED with DEFTOT were respectively 0.51; -0.39; and 0.29. Thus, one can conclude that: 1) elongated testes suffer less tissue damage in the testicular parenchyma, with higher production and better semen quality; 2) the most distal portions of the testis show less tissue damage sperm; and 3) the smallest distances between the seminiferous tubules, the greater thickness of the seminiferous epithelium and the lowest concentration of interstitial collagen in the testis are related to the improvement of sperm quality.

Keywords: andrology, bovine, reproduction, semen, zebuine

1 INTRODUÇÃO

O parênquima testicular é composto por dois compartimentos principais: o compartimento tubular e o compartimento intersticial ou intertubular. O primeiro não é innervado nem vascularizado, constituindo a maior parte do testículo e sendo formado pela túnica própria, pelo epitélio seminífero e pelo lúmen. No compartimento intertubular estão localizadas as células de Leydig, vasos sanguíneos e linfáticos, nervos, fibroblastos e fibras de tecido conjuntivo, macrófagos, linfócitos e, ocasionalmente, mastócitos (FRANÇA & CHIARINI-GARCIA, 2005).

Para produção de espermatozoides férteis a temperatura testicular dos touros deve ser de 4,0 a 5,0 °C abaixo da corporal. Assim, animais submetidos à temperatura ambiente elevada podem apresentar elevação da temperatura corporal e, conseqüentemente, da testicular, afetando a qualidade do sêmen (KASTELIC et al., 1996). Vários trabalhos mostraram que o insulto térmico dos testículos resulta em diminuição da produção e qualidade espermática (VOGLER et al., 1991; VOGLER et al., 1993; BRITO et al., 2002; FERNANDES et al., 2008). Adicionalmente, FUERST-WALTL et al. (2006) observaram, em touros da raça Simental criados na Austrália, que a temperatura ambiental entre 5,0 e 15,0 °C foi a que apresentou melhores resultados na produção seminal. VIU (2009) relatou tendência ao aumento das patologias espermáticas de touros Nelore andrologicamente avaliados em épocas de elevada temperatura ambiental.

KASTELIC et al. (2001) encontraram correlação positiva entre a temperatura da superfície da bolsa escrotal e a temperatura testicular. Adicionalmente, GÁBOR et al. (1998) observaram correlação negativa entre a temperatura da superfície escrotal e a motilidade espermática. Segundo KASTELIC et al. (1997), em temperatura ambiente de 25,0 °C, a diferença de temperatura da superfície escrotal entre o pólo proximal e o distal do testículo atingiu valores de 1,50 °C, reforçando a hipótese de que, conforme penetra no parênquima testicular, o sangue arterial continua sendo refrigerado.

Alterações na forma do cone vascular testicular ou mesmo na forma dos testículos e bolsa escrotal podem afetar na forma de dissipação de calor e, conseqüentemente, na temperatura testicular (BAILEY et al., 1996; BRITO et

al., 2002; BRITO et al., 2004). De acordo com UNANIAN et al. (2000), as formas testiculares mais alongadas apresentam vantagens morfofisiológicas, sendo apontadas como favoráveis à reprodução.

Segundo PTASZYNSKA (2003), as principais causas de degeneração testicular são: causas tóxicas, como por exemplo a ingestão de gossipol (CHENOWETH et al., 2000; HASSAN et al., 2004); deficiências nutricionais, como a falta de vitamina A (HAFEZ & HAFEZ, 2004) ou baixa ingestão de matéria seca em períodos de escassez de pastagens (CHACÓN et al., 2002); e, principalmente em animais criados em condições tropicais, altas temperaturas ambientais (FUERST-WALTL et al., 2006), causando o aumento do metabolismo do tecido espermático e a consequente hipóxia do parênquima testicular, levando à diminuição da produção e qualidade espermática (SETCHELL, 1998; BRITO et al., 2002; KOIVISTO et al., 2008).

O quadro seminal em touros expostos ao insulto térmico começa a se modificar após cerca de 11 a 14 dias (VOGLER et al., 1993; BRITO et al., 2003), com diminuição da concentração espermática, da motilidade individual progressiva, do vigor espermático e da porcentagem de espermatozóides morfolologicamente normais (FERNANDES et al., 2008; KOIVISTO et al., 2008). Os efeitos deletérios da insulação dependem do tempo de agressão térmica (ARTEAGA et al., 2005) e podem ser reversíveis em função da severidade das alterações causadas no epitélio seminífero (NAGESWARA-RAO, 1997). Cerca de sessenta dias após a retirada da fonte de calor intenso o quadro seminal pode voltar ao normal, desde que a lesão tecidual não tenha sido extremamente grave (BRITO et al., 2002), num fenômeno conhecido como reversibilidade (ROBERTS, 1979).

De acordo com BUERGELT (1997), histologicamente a degeneração testicular é caracterizada pela circunferência irregular dos túbulos seminíferos, colapso tubular, estreitamento da lâmina basal dos túbulos e reação inflamatória intersticial, incluindo a deposição de colágeno na resolução do processo inflamatório (JONES et al., 2000). HOFLACK et al. (2008), estudando touros da raça Belgian Blue, observaram aumento na porcentagem de colágeno intersticial testicular e sua correlação com a porcentagem de espermatozóides normais ($r = -0,47$), defeitos primários ($r = 0,48$) e degeneração testicular ($r = 0,63$) nestes animais.

A literatura consultada é pobre quanto a trabalhos relacionando alterações histológicas dos testículos, indicativas de degeneração testicular, associadas à diminuição da produção ou qualidade seminal em bovinos. Assim, considerando-se que os touros utilizados no Brasil são criados, predominantemente, de maneira extensiva e que, portanto, estão constantemente expostos aos efeitos das temperaturas ambientais elevadas, desenvolveu-se este estudo com o intuito de verificar as possíveis associações entre a forma dos testículos, as alterações histológicas no parênquima testicular e a qualidade seminal de touros Nelore criados extensivamente na região Centro-Oeste do Brasil, mais especificamente no Sudoeste de Goiás.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido na Fazenda Santa Rosa, localizada no município de Caçu, sudoeste do Estado de Goiás, durante o mês de outubro de 2008. Geograficamente, esta propriedade situa-se a 18° 53' 03" de latitude sul e 50° 59' 58" de longitude oeste do Meridiano de Greenwich, a cerca de 450 metros de altitude. Segundo o INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET (2011), a região é caracterizada por temperatura média anual de 24 °C (máxima de 33 °C e mínima de 18 °C) e precipitação média de 1.600 mm, com vegetação predominante de cerrado.

O conjunto de dados deste trabalho provém de 42 avaliações andrológicas realizadas em machos da raça Nelore de um rebanho comercial destinado ao corte, com idade variando entre 30 e 36 meses, criados extensivamente em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Foram estudadas as características reprodutivas: forma testicular (FORM); movimento massal (MMAS); vigor espermático (VIG); motilidade individual progressiva (MOT); concentração espermática (CONC); e defeitos espermáticos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT).

Os touros foram submetidos a exame clínico geral e do sistema reprodutor de acordo com as recomendações do Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 1998). As medidas de comprimento e largura dos testículos foram obtidas com o uso de paquímetro digital.

O sêmen foi colhido pelo método de eletroejaculação e uma alíquota foi avaliada imediatamente para CONC (sptz/mL), MOT (0 a 100%), VIG (0 a 5) e MMAS (0 a 5), todos em microscopia óptica com aumento de 100 vezes. Em seguida foi realizada a avaliação da morfologia espermática, usando microscopia de contraste de fase em aumento de 1.000 vezes, agrupando-se as patologias espermáticas em DEFMAI, DEFMEN e DEFTOT, segundo preconizado pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 1998).

Com base nas informações obtidas determinaram-se as categorias por aptidão reprodutiva, sendo considerados aptos à reprodução aqueles com motilidade $\geq 50\%$, vigor ≥ 3 e defeitos totais $< 30\%$ e inaptos à reprodução aqueles com motilidade $< 50\%$, vigor < 3 ou defeitos totais $> 30\%$.

Quanto à determinação da FORM, a classificação de cada animal foi realizada obtendo-se a razão entre média das larguras do testículo esquerdo e direito e a média dos comprimentos dos dois testículos, de acordo com o método empregado por BAILEY et al. (1996) e BAILEY et al. (1998) na escala de 0,5 a 1,0, em que 0,5 significa largura igual à metade do comprimento e 1,0 largura igual ao comprimento. Para cada classe um valor limite foi estabelecido:

- 1 - testículos com formato longo: razão $\leq 0,5$;
- 2 - testículos com formato longo-moderado: razão de 0,51 a 0,625;
- 3 - testículos com formato longo-oval: razão de 0,626 a 0,750;
- 4 - testículos com formato oval-esférico: razão de 0,751 a 0,875; e
- 5 - testículos com formato esférico: razão $> 0,875$.

Para o estudo das características histológicas testiculares, após a castração, foram colhidas amostras de tecido dos dois testículos de cada animal. Para tanto, foram realizados três cortes transversais nas gônadas, sendo um no pólo mais proximal, um na região intermediária e outro no pólo distal. Imediatamente após a colheita, este material foi devidamente armazenado e identificado em cassetes específicos para histologia, sendo então mantido em formol a 10%. Na etapa laboratorial, após a fixação em formol as amostras foram submetidas à desidratação em doses crescentes de álcool (70, 80, 90 e 100 °GL) e diafanizadas em xilol por 90 minutos. Posteriormente, foram incluídas em parafina histológica. A microtomia do material foi realizada em micrótomo automático (Leica® 2155), obtendo-se cortes de seis micras para confecção das lâminas histológicas.

As características histológicas avaliadas foram: distância entre os túbulos seminíferos (μm), a espessura do epitélio seminífero (μm) e a percentagem de colágeno intersticial. Para determinação de quantas repetições destas medidas seriam necessárias para obtenção de uma média estatisticamente representativa, foi utilizada a metodologia descrita por WILLIAMS (1977), que mostrou serem necessárias, pelo menos, 56 repetições. Assim, foi possível obter as seguintes variáveis: distância média entre os túbulos seminíferos (DISTMED); espessura média do epitélio seminífero (ESPMED); e percentagem média de colágeno intersticial (COLMED), todas

obtidas a partir da média das 56 repetições de cada porção testicular em todos os animais.

Para aferição da distância entre os túbulos e da espessura do epitélio seminífero as lâminas histológicas foram coradas utilizando-se o tricrômio de Masson (YOUNG & HEATH, 2000). Posteriormente estas foram fotografadas em microscópio óptico com sistema digital de captura de imagens, possibilitando assim a mensuração feita com auxílio do *software* livre ImageJ. As imagens foram obtidas em aumento de 250 vezes, procedendo-se a leitura em zigue-zague da lâmina e fotografando-se campos que apresentavam cortes transversais dos túbulos seminíferos. Em cada imagem foram feitas oito mensurações da distância entre os túbulos e oito da espessura do epitélio seminífero (Figura 1). Portanto, foram necessárias sete fotos de cada lâmina.

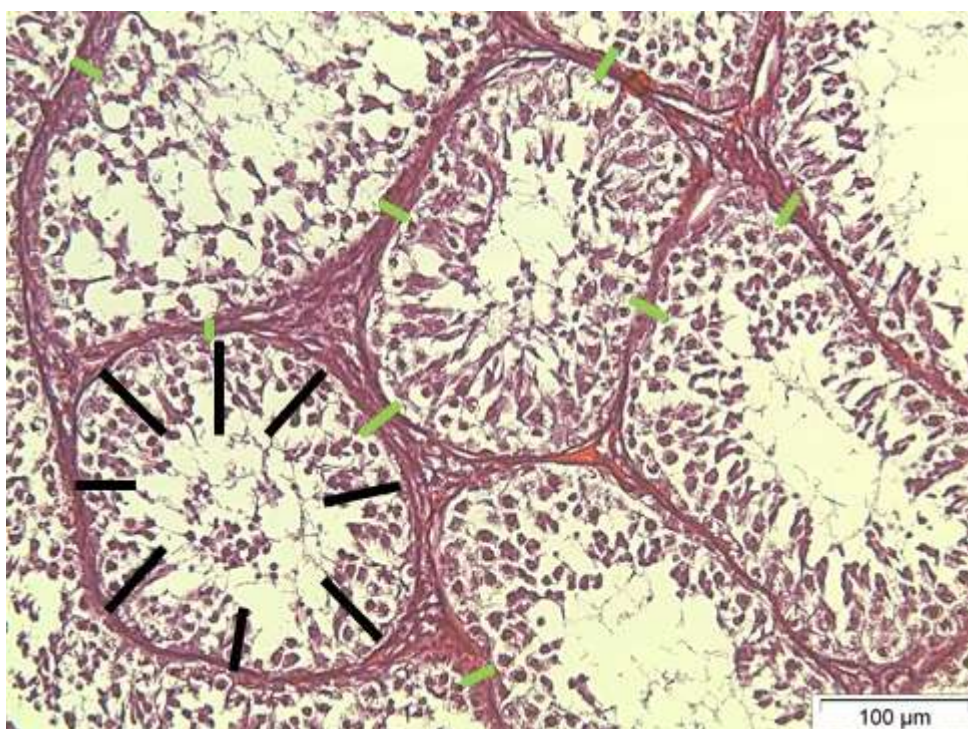


FIGURA 1 - Aferição da distância entre os túbulos (traços verdes) e espessura do epitélio seminífero (traços pretos) - Tricrômio de Masson (250x)

Para determinação da percentagem de colágeno intersticial, as lâminas foram coradas com o Picrosirius Red e fotografadas utilizando-se microscopia com luz polarizada (MONTES & JUNQUEIRA, 1991). A mensuração da percentagem de colágeno também foi feita utilizando-se o *software* livre ImageJ, através da determinação da proporção de colágeno existente no

campo fotografado. Este foi obtido em aumento de 32 vezes, após leitura em zigue-zague das lâminas. Optou-se pelo menor aumento possível para se ter maior representatividade da região intersticial no campo analisado. Para se ter as 56 repetições necessárias, foram feitas 56 fotos digitais (Figura 2).

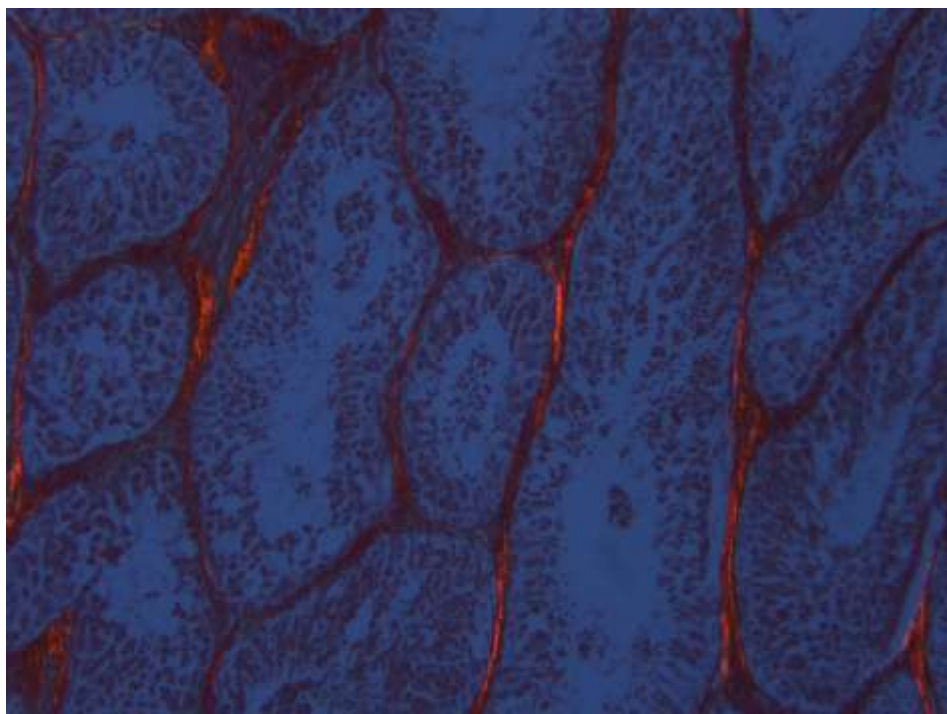


FIGURA 2 - Aferição da percentagem de colágeno intersticial (vermelho fluorescente) - Picrusirius Red (32x)

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, sendo os parâmetros obtidos analisados utilizando-se o pacote computacional SAS - v. 8.0 (SAS, 2000). Foram realizadas análises de crítica e consistência (frequências, distribuição de frequências homogeneidade de variâncias). Mediante a utilização do programa computacional SAEG (2005) empregaram-se os seguintes testes: Lilliefors, para determinar se os erros das variáveis possuíam distribuição normal de probabilidade; e o de Bartlett, para determinar se as variáveis possuíam homogeneidade de variância dos erros experimentais.

Após as análises de crítica e consistência dos dados foram realizadas transformações nas variáveis que não obedeceram ao pressuposto de que os erros experimentais deveriam ter distribuição normal de probabilidade e

homogeneidade de variância. Os melhores ajustes foram obtidos pelas seguintes transformações:

- 1) Motilidade (MOT) = [log(MOT)]
- 2) Defeitos maiores (DEFMAI) = [log(DEFMAI)]
- 3) Defeitos totais (DEFTOT) = [log(DEFTOT)]

As características histológicas foram submetidas às análises de variância utilizando-se o procedimento *General Linear Models* (GLM) do programa computacional SAS - v. 8.0 (SAS, 2000), cujo modelo matemático foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + \text{POR}_i + \text{FOR}_j + \text{AR}_k + \text{EAA} + e_{ijkl}$$

onde:

Y_{ijkl} = observações das variáveis dependentes em estudo;

μ = média geral da variável dependente em estudo;

POR_i = efeito fixo da i-ésima porção (proximal, intermediária e distal) do testículo do animal;

FOR_j = efeito fixo da j-ésima forma testicular (longo, longo moderado e longo-oval) do animal;

AR_k = efeito fixo da k-ésima aptidão reprodutiva (apto e inapto) do animal;

EAA = é o efeito aleatório do animal; e

e_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação.

As características seminais foram submetidas às análises de variância utilizando-se o procedimento *General Linear Models* (GLM) do programa computacional SAS - v. 8.0 (SAS, 2000), cujo modelo matemático foi:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{FOR}_i + \text{AR}_j + \text{EAA} + e_{ijk}$$

onde:

Y_{ijk} = observações das variáveis dependentes em estudo;

μ = média geral da variável dependente em estudo;

FOR_i = efeito fixo da i-ésima forma testicular (longo, longo moderado e longo-oval) do animal;

AR_j = efeito fixo da j-ésima aptidão reprodutiva (apto e inapto) do animal;

EAA = é o efeito aleatório do animal; e

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação

O teste de média “t” foi feito por meio da opção LSMEANS do procedimento GLM do programa computacional referido anteriormente. Para o estudo da intensidade com que se manifesta uma associação entre duas variáveis, optou-se pelo uso do coeficiente de correlação de Spearman, calculado pelo procedimento CORR do programa SAS - v. 8.0 (SAS, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra as médias, ajustadas pelos quadrados mínimos, das variáveis histológicas testiculares e de qualidade seminal (aspectos físicos e morfológicos) do presente estudo quando se considera a aptidão reprodutiva dos animais.

TABELA 1 – Média ajustada pelos quadrados mínimos (μ), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das variáveis distância média entre os túbulos seminíferos (DISTMED); espessura média do epitélio seminífero (ESPMED); concentração média de colágeno intersticial (COLMED); movimento massal (MMAS); vigor espermático (VIG); motilidade individual progressiva (MOT); concentração espermática (CONC); e defeitos espermáticos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT) dos animais classificados como aptos ou inaptos à reprodução – Fazenda Santa Rosa, Caçu-GO, 2008

Variável	Aptos (n=36)		Inaptos (n=6)	
	$\mu \pm DP$	CV (%)	$\mu \pm DP$	CV (%)
DISTMED (μm)	14,88 \pm 2,74 ^a	18,46	23,78 \pm 8,03 ^b	33,77
ESPMED (μm)	74,84 \pm 13,71 ^a	18,32	63,94 \pm 14,18 ^b	22,17
COLMED (%)	0,75 \pm 0,76 ^a	100,63	1,83 \pm 1,40 ^b	76,14
MMAS (0-5)	3,91 \pm 0,85 ^a	21,81	2,50 \pm 1,23 ^b	49,01
VIG (0-5)	4,03 \pm 0,75 ^a	18,54	2,75 \pm 0,83 ^b	30,16
MOT (%)	82,35 \pm 8,42 ^a	10,23	63,13 \pm 22,64 ^b	35,86
CONC ($\times 10^6$ sptz/mL)	1862,59 \pm 1969,88 ^a	105,76	1200,25 \pm 561,64 ^b	46,79
DEFMAI (%)	5,56 \pm 4,15 ^a	74,71	19,88 \pm 12,18 ^b	61,30
DEFMEN (%)	1,82 \pm 1,82 ^a	99,96	6,87 \pm 10,69 ^b	155,61
DEFTOT (%)	7,38 \pm 5,00 ^a	67,74	26,75 \pm 13,26 ^b	49,56

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença ($P < 0,05$) pelo teste “t” do procedimento LSMEANS (SAS, 2000)

Os animais classificados como aptos à reprodução apresentaram menor DISTMED ($P<0,05$), maior ESPMED ($P<0,05$) e menor COLMED ($P<0,05$) do que aqueles classificados como inaptos (Tabela 1). Analisando-se estes achados pode-se dizer que nos animais aptos a espermatogênese é mais ativa, comprovada pela maior espessura do epitélio seminífero, uma vez que, de acordo com BANKS (1991), a presença e os constituintes deste epitélio dependem da atividade espermatogênica dos túbulos. Provavelmente, o interstício dos testículos destes animais contém menos infiltrado inflamatório (FRANÇA & CHIARINI-GARCIA, 2005), comprovado pela menor DISTMED, além de uma proporção menor de colágeno, sugerindo que nesses animais as reações teciduais a agentes agressores, principalmente às elevadas temperaturas ambientais (FUERST-WALTTL et al., 2006), foi menor.

Todas as variáveis de qualidade seminal (MMAS, VIG, MOT, CONC, DEFMAI, DEFMEN e DEFTOT) mostraram-se favoráveis à reprodução ($P<0,05$) nos animais aptos (Tabela 1). Isto é facilmente explicado considerando-se o fato de que estas mesmas variáveis são utilizadas como critério para classificação dos touros quanto à sua capacidade reprodutiva (CBRA, 1998).

Na Tabela 2 estão demonstradas as médias, ajustadas pelos quadrados mínimos, das variáveis histológicas e seminais dos animais classificados quanto à forma de seus testículos. Pode-se observar que aqueles com testículo classificado como longo apresentaram menor DISTMED ($P<0,05$), maior ESPMED ($P<0,05$) e menor COLMED ($P<0,05$), além de valores desejáveis quanto aos aspectos físicos e morfológicos do ejaculado ($P<0,05$), exceto na variável DEFMEN. Vale ressaltar que esta é uma variável muito sujeita a efeitos não pertinentes a alterações morfológicas do espermatozóide por falhas na espermatogênese, como, por exemplo, a contaminação da coleta com urina, que provoca o aumento destes defeitos (CBRA, 1998).

Os achados mostrados na Tabela 2 vão ao encontro do sugerido por BAILEY et al. (1996) e BAILEY et al. (1998), que propuseram a consideração do volume e da forma testiculares como preditores do potencial espermatogênico, além do consagrado perímetro escrotal, uma vez que, segundo esses mesmos autores, os testículos mais alongados teriam maior facilidade em dissipar calor do parênquima testicular para o ambiente.

UNANIAN et al. (2000), avaliando animais da raça Nelore, também relataram melhor qualidade seminal em animais com testículos mais longos.

TABELA 2 - Média ajustada pelos quadrados mínimos (μ), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das variáveis distância média entre os túbulos seminíferos (DISTMED); espessura média do epitélio seminífero (ESPMED); concentração média de colágeno intersticial (COLMED); movimento massal (MMAS); vigor espermático (VIG); motilidade individual progressiva (MOT); concentração espermática (CONC); e defeitos espermáticos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT) dos animais com testículos classificados, quanto à forma, em longo, longo-moderado e longo-oval – Fazenda Santa Rosa, Caçu-GO, 2008

Variável	Longo (n=17)		Longo-moderado (n=18)		Longo-oval (n=7)	
	$\mu \pm \text{DP}$	CV (%)	$\mu \pm \text{DP}$	CV (%)	$\mu \pm \text{DP}$	CV (%)
DISTMED (μm)	15,79 \pm 4,35 ^a	27,58	17,63 \pm 6,78 ^b	38,47	15,75 \pm 3,75 ^b	23,84
ESPMED (μm)	74,12 \pm 14,27 ^a	19,25	71,12 \pm 14,49 ^b	20,38	73,72 \pm 14,37 ^b	19,50
COLMED (%)	0,73 \pm 0,77 ^a	104,87	1,19 \pm 1,22 ^b	102,57	0,90 \pm 0,73 ^b	81,08
MMAS (0-5)	3,70 \pm 0,89 ^a	24,07	3,55 \pm 1,34 ^b	37,76	3,71 \pm 0,70 ^c	18,85
VIG (0-5)	3,88 \pm 0,83 ^a	21,43	3,66 \pm 1,05 ^b	28,75	3,85 \pm 0,63 ^c	16,57
MOT (%)	80,88 \pm 9,11 ^a	11,26	75,55 \pm 19,28 ^b	25,52	81,42 \pm 8,33 ^b	10,23
CONC ($\times 10^6$ sptz/mL)	2357,71 \pm 2566,07 ^a	108,83	1239,06 \pm 760,32 ^b	61,36	1506,57 \pm 716,12 ^b	47,53
DEFMAI (%)	7,35 \pm 6,24 ^a	84,87	9,11 \pm 11,01 ^b	120,80	8,42 \pm 5,75 ^c	68,29
DEFMEN (%)	2,35 \pm 2,24 ^a	95,54	3,61 \pm 7,72 ^b	213,97	1,71 \pm 1,16 ^c	67,72
DEFTOT (%)	9,70 \pm 7,60 ^a	78,38	12,72 \pm 13,75 ^b	108,10	10,14 \pm 5,49 ^c	54,13

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença ($P < 0,05$) pelo teste “t” do procedimento LSMEANS (SAS, 2000)

Analisando-se a Tabela 3 é possível verificar as variáveis histológicas em estudo nas diferentes porções do testículo (proximal, intermediária e distal). Conforme demonstrado nesta tabela a DISTMED foi menor ($P < 0,05$) e a ESPMED foi maior ($P < 0,05$) na porção mais distal do testículo, evidenciando menor agressão ao tecido espermático (FRANÇA & CHIARINI-GARCIA, 2005) e maior atividade espermatogênica nesta região (BANKS, 1991). Isto pode ser explicado pelo fato de que o sangue que chega aos testículos continua sendo refrigerado ao passar pelo parênquima, de tal maneira que atinge a porção distal com até $1,50^{\circ}\text{C}$ a menos (KASTELIC et al., 1997), tornando esta região menos sujeita ao calor conduzido pelo sangue da artéria testicular, uma vez que para a boa espermatogênese a temperatura testicular deve ser $4,0$ a $5,0^{\circ}\text{C}$ mais baixa que a temperatura corpórea (KASTELIC et al., 1996). A maior COLMED ($P < 0,05$) na porção distal pode ser biologicamente explicada pelo fato de que este é oriundo da resolução do processo inflamatório (JONES et al., 2000) e o infiltrado inflamatório, por ser um fluido, tende a se acumular nas porções mais baixas do corpo. Adicionalmente, nas extremidades do corpo o retorno venoso é deficiente em função da menor pressão com que o sangue chega a essas regiões (REECE, 2006), diminuindo a drenagem do infiltrado inflamatório.

TABELA 3 - Média ajustada pelos quadrados mínimos (μ), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das variáveis distância média entre os túbulos seminíferos (DISTMED); espessura média do epitélio seminífero (ESPMED); e concentração média de colágeno intersticial (COLMED) nas porções proximal, intermediária e distal dos testículos – Fazenda Santa Rosa, Caçu-GO, 2008

Variável	Proximal		Intermediária		Distal	
	$\mu \pm \text{DP}$	CV (%)	$\mu \pm \text{DP}$	CV (%)	$\mu \pm \text{DP}$	CV (%)
DISTMED (μm)	16,68 \pm 5,11 ^a	30,63	16,66 \pm 5,69 ^a	34,14	16,36 \pm 5,76 ^b	35,21
ESPMED (μm)	69,62 \pm 12,57 ^a	18,06	73,03 \pm 13,79 ^b	18,89	75,66 \pm 16,13 ^c	21,31
COLMED (%)	0,59 \pm 0,74 ^a	125,81	0,89 \pm 1,05 ^b	117,08	1,39 \pm 1,03 ^c	74,24

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença ($P < 0,05$) pelo teste “t” do procedimento LSMEANS (SAS, 2000)

A Tabela 4 mostra as correlações fenotípicas entre as variáveis histológicas (DISTMED, ESPMED e COLMED) e aquelas relacionadas à morfologia espermática (DEFMAI, DEFMEN e DEFTOT). A DISTMED apresentou correlação de moderada a alta intensidade com os defeitos espermáticos ($P < 0,001$), permitindo afirmar que quanto maior for o distanciamento entre os túbulos seminíferos, maiores serão as patologias seminais. A ESPMED demonstrou correlações negativas de moderada a alta intensidade com os defeitos espermáticos ($P < 0,001$), mostrando que com a menor atividade espermatogênica e diminuição da espessura do epitélio seminífero (BANKS, 1991) aumentam as alterações morfológicas seminais. A COLMED apresentou correlação de moderada intensidade com as patologias espermáticas ($P < 0,001$). Corroborando com estes achados, HOFLACK et al. (2008), trabalhando com touros Belgian Blue, observaram correlações entre a percentagem de colágeno intersticial e a percentagem de espermatozóides normais ($r = -0,47$); percentagem de defeitos espermáticos primários ($r = 0,48$); e graus de degeneração testicular ($r = 0,63$).

TABELA 4 - Coeficientes de correlação e nível de significância entre as variáveis histológicas distância média entre os túbulos seminíferos (DISTMED), espessura média do epitélio seminífero (ESPMED), e concentração média de colágeno intersticial (COLMED); e os aspectos morfológicos do sêmen defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT) - Fazenda Santa Rosa, Caçu-GO, 2008

Característica	DISTMED	ESPMED	COLMED
DEFMAI	0,49 ($P < 0,001$)	-0,34 ($P < 0,001$)	0,28 ($P < 0,001$)
DEFMEN	0,30 ($P < 0,001$)	-0,30 ($P < 0,001$)	0,20 ($P < 0,001$)
DEFTOT	0,51 ($P < 0,001$)	-0,39 ($P < 0,001$)	0,29 ($P < 0,001$)

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste estudo pode-se concluir que:

- ✓ A melhoria dos aspectos físicos e morfológicos do sêmen está diretamente relacionada à aptidão reprodutiva dos machos;
- ✓ Bovinos com testículos de forma alongada sofrem menos lesões teciduais no parênquima testicular, apresentando maior produção e melhor qualidade seminal;
- ✓ As porções distais dos testículos demonstram menos lesões ao tecido espermático, provavelmente por uma melhor termorregulação; e
- ✓ As menores distâncias entre os túbulos seminíferos, a maior espessura do epitélio seminífero e a menor concentração de colágeno intersticial nos testículos estão relacionados à melhoria da qualidade seminal.

REFERÊNCIAS

1. 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, n. 2, p. 408-415, 2005.
2. BAILEY, T. L.; MONKE, D.; HUDSON, R. S.; WOLFE, D. F.; CARSON, R. L.; RIDDELL, M. G. Testicular shape and its relationship to sperm production in mature holstein bulls. **Theriogenology**, v. 46, n. 3, p. 881-887, 1996.
3. BAILEY, T. L.; HUDSON, R. S.; POWE, T. A.; RIDDELL, M. G.; WOLFE, D. F.; CARSON, R. L. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicle and mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. **Theriogenology**, v. 49, n. 10, p. 581-598, 1998.
4. BANKS, W. J. **Histologia veterinária aplicada**, 2.ed., São Paulo: Manole, 1991. 629 p.
5. BRITO, L. F. C.; SILVA, A. E. D. F.; RODRIGUES, L. H.; VIEIRA, F. V.; DERAGON, L. A. G.; KASTELIC, J. P. Effect of age and genetic group on characteristics of the scrotum, testes and testicular vascular cones, and on sperm production and semen quality in All bulls in Brazil. **Theriogenology**, v. 58, p. 1175-1186, 2002.
6. BRITO, L. F. C.; SILVA, A. E. D. F.; BARBOSA, R. T.; UNANIAN, M. M.; KASTELIC, J. P. Effects of scrotal insulation on sperm production, semen quality, and testicular echotexture in *Bos indicus* and *Bos indicus* X *Bos taurus* bulls. **Animal Reproduction Science**, v. 79, n. 1-2, p. 1-15, 2003.
7. BRITO, L. F. C.; SILVA, A. E. D. F.; UNANIAN, M. M.; DODE, M. A. N.; BARBOSA, R. T.; KASTELIC, J. P. Sexual development in early and late-maturing *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred bulls in Brazil. **Theriogenology**, v. 62, n. 07, p. 1198-1217, 2004.
8. BUERGELT, C. D. **Color atlas of reproductive pathology of domestic animals**. Saint Louis: Mosby, 1997. 219 p.
9. CBRA. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**/Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. 2.ed. – Belo Horizonte: CBRA, 1998. 49p. : il.
10. CHACÓN, J.; PEREZ, E.; RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. Seasonal variations in testicular consistency, scrotal circumference and spermiogramme parameters of extensively reared Brahman bulls in the tropics. **Theriogenology** v. 58, n. 1, p. 41-50, 2002.
11. CHENOWETH, P. J.; CHASE, C. C.; RISCO, C. A.; LARSEN, R.E. Characterization of gossypol-induced sperm abnormalities in bulls. **Theriogenology**, v. 53, n. 5, p. 1193-1203, 2000.

12. FERNANDES, C. E.; DODE, M. A. N.; PEREIRA, D.; SILVA, A. E. D. F. Effects of scrotal insulation in Nelore bulls on seminal quality and its relationship with in vitro fertilizing ability. **Theriogenology**, v. 70, n. 9, p. 1560-1568, 2008.
13. FRANÇA, L. R.; CHIARINI-GARCIA, H. Célula de Sertoli. In: CARVALHO, H. F.; COLLARES-BUZATO, C. B. **Células – uma abordagem multidisciplinar**. Barueri: Manole, 2005. cap. 24, p. 302-324.
14. FUERST-WALT, B.; SCHWARZENBACHER, H.; PERNER, C.; SOLKNER, J. Effects of age and environmental factors on semen production and semen quality of Austrian Simmental bulls. **Animal Reproduction Science**, v. 95, n. 1-2, p. 27-37, 2006.
15. GÁBOR, G.; SASSER, R. G.; KASTELIC, J. P.; COULTER, G. H.; FALKAY, G. Morphologic, endocrine and thermographic measurements of testicles in comparison with semen characteristics in mature Holstein-Friesian breeding bulls. **Animal Reproduction Science**, v. 51, n. 3, p. 215-224, 1998.
16. HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. **Reprodução animal**. 7.ed. São Paulo: Manole, 2004, 513p.
17. HASSAN, M. E.; SMITH, G. W.; OTT, R. S.; FAULKNER, D. B. Reversibility of the reproductive toxicity of gossypol in peripubertal bulls. **Theriogenology**, v. 61, n. 6, p. 1191-1179, 2004.
18. HOFLACK, G.; VAN DEN BROECK, W.; MAES, D.; VAN DAMME, K. OPSOMER, G.; VAN SOOM, A. Testicular dysfunction is responsible for low sperm quality in Belgian Blue bulls. **Theriogenology**, v. 69, n. 3, p. 323-332, 2008.
19. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET, Climatologia, Temperatura média anual, Pluviosidade anual. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/clima.php?lnk=/html/clima/mapas/>. Acesso em 10 nov. 2011.
20. JONES, T. C.; HUNT, R. D.; KING, N. W. **Patologia veterinária**. 6.ed. São Paulo: Manole, 2000, 1415p.
21. 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.
22. KASTELIC, J. P.; COOK, R. B.; COULTER, G. H. Contribution of the scrotum, testes, and testicular artery to scrotal/testicular thermoregulation in bulls at two ambient temperatures. **Animal Reproduction Science**, v. 45, n. 4, p. 255-261, 1997.
23. KASTELIC, F.P.; COOK, R.B.; PIERSON, R.A.; COULTER, G.H. Relationships among scrotal and testicular characteristics, sperm production,

and seminal quality in 129 beef bulls. **The Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 65, p. 111-115, 2001.

24. KOIVISTO, M. B.; COSTA, M. T. A.; PERRI, S. H. V.; VICENTE, W. R. R. The effect the effect of season on semen characteristics and freezability in *Bos indicus* and *Bos taurus* bulls in the southeastern region of Brazil. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 42, n. 4, p. 715-726, 2008.

25. MONTES, G. S.; JUNQUEIRA, L. C. U. The use of picrusirius polarization method for the study of the biopathology of collagen. **Memórias do instituto Oswaldo Cruz**, v. 86, supl. 3, p. 1-11, 1991.

26. NAGESWARA-RAO, V. D. Influence of heat induced testicular degeneration on semen characteristics and testicular histology in rams. **Indian Veterinary Journal**, v. 54, p. 719-726, 1997.

27. SAEG - **Sistema para análises estatísticas, versão 9.0**. Viçosa: FUNARBE, 2005.

28. SAS - **User's Guide: statistics**. 5.ed. Cary: SAS Institute, 2000. 1028p.

29. PTASZYNSKA, M. **Compendium of animal reproduction**. 8.ed. Intervet International Publisher, 2003. 322 p.

30. REECE, W. O. **Dukes – Fisiologia dos animais domésticos**, 10.ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

31. ROBERTS, S. J. **Obstetricia veterinaria y patologia de la reproducción (teriogenologia)**. Editora Hemisferio Sur S. A., 1979. 1021 p.

32. SETCHELL, B. P. Heat and the testis. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 114, p. 179-194, 1998.

33. UNANIAN, M. M.; SILVA, A. E. D. F.; McMANUS, C.; CARDOSO, E. P. Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 136-144, 2000.

34. WILLIAMS, M. A. Quantitative methods in Biology. In: Glaubert, A. M. **Practical methods in electron microscopy**. Amsterdam: Elsevier North-Holland Biomedical Press, 1977, 233 p.

35. VIU, M. A. O. **Estudo Genético quantitativo e ambiental do potencial reprodutivo de touros Nelore criados no Centro-Oeste do Brasil**. Goiânia, 2009, 118p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás.

36. VOGLER, C. J.; SAAKE, R. G.; BAME, J. H.; DEJARNETTE, J. M.; MCGILLIARD, M. L. Effects of scrotal insulation on viability characteristics of cryopreserved bovine semen. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3827-3835, 1991.

37. VOGLER, C. J.; BAME, J. H.; DEJARNETTE, J. M. McGILLIARD, M. L.; SAAKE, R. G. Effects of elevated testicular temperature on morphology characteristics of ejaculated spermatozoa in the bovine. **Theriogenology**, v. 40, p. 1207-1219, 1993.
38. YOUNG, B.; HEATH, J. **Histologia funcional**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 407 p.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A superioridade dos zebuínos frente aos taurinos, quanto à capacidade de adaptação ao clima tropical, continua inquestionável. No entanto, pode-se constatar que mesmo animais de origem indiana sofrem ações deletérias das altas temperaturas ambientais no tecido espermático, interferindo diretamente na qualidade seminal.

A adoção de critérios como a morfologia dos testículos na seleção de reprodutores é de fundamental importância na melhoria da fertilidade dos rebanhos, pois animais com formato mais alongado, portanto com menor perímetro escrotal, demonstram melhor qualidade seminal devido à facilidade da termorregulação do parênquima testicular.

Alterações histológicas do tecido espermático estão diretamente relacionadas à qualidade seminal, sendo que estas modificações ocorrem de maneira distinta entre as diferentes porções dos testículos, e aquelas mais distais são melhor termorreguladas. Assim, existe variação na capacidade espermatogênica nas diferentes porções testiculares do animal.