

THIAGO DA SILVA SILVEIRA

**ESTÁDIO DE MATURIDADE SEXUAL E ESTIMATIVAS DE
PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS DE CARACTERÍSTICAS
REPRODUTIVAS E PONDERAIS, EM TOUROS DA RAÇA NELORE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2004**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S587e
2004

Silveira, Thiago da Silva, 1979-

Estádio de maturidade sexual e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características reprodutivas e ponderais, em touros da raça Nelore / Thiago da Silva Silveira. – Viçosa : UFV, 2004.
xviii, 137f. : il. ; 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: Tarcízio Antônio Rêgo de Paula.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Touro - Reprodução. 2. Touro - Herdabilidade. 3. Nelore (Zebu) - Melhoramento genético. 4. Reprodutores (Gado). I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 20.ed. 636.20824

**Àos meus pais, pela vida,
pelo amor incondicional...
enfim, por tudo.**

“Nada de valor se conquista sem suor, e nada conquistado sem suor tem valor.”

Thiago da Silva Silveira

AGRADECIMENTOS

A Deus, que permite que tudo esteja sendo possível na minha vida.

À minha família, na figura dos meus pais, da minha irmã, dos meus avós e dos meus tios e primos, que de tão unida e boa, sempre me deu tudo e muito mais do que precisei para seguir na vida.

À minha segunda família viçosense, representada pelo Geraldo, pela Júlia, Michele e Milene Santana e seus parentes.

À Agro-Pecuária CFM Ltda – Fazenda São Francisco, em especial ao Sr. Rodney Hobbs à Tamires Miranda Neto, pela colaboração e consentimento dos dados de campo.

Ao professor e amigo José Domingos Guimarães, pela confiança e paciência nos momentos difíceis e, principalmente, pela crença e incentivo, desde o início.

À Jeanne Broch Siqueira, com quem convivi durante os três anos mais intensos da minha vida, pela paciência, pelo amor, carinho e pela confiança nos meus passos. Por todos os momentos juntos, e pela grande ajuda neste trabalho.

Ao professor Tarcízio Antônio Rêgo de Paula, que me estendeu a mão quando precisei de sua ajuda para realização desta etapa da minha vida.

Aos professores Eduardo Paulino da Costa, Jorge José Rio Tinto de Matos, que foram, além de mestres, grandes amigos e exemplos.

Aos membros da banca examinadora, professores Robledo de Almeida Torres, Simone Facioni Guimarães e Joanir Pereira Eler, por participarem da equipe de desenvolvimento do projeto e pelas sugestões para o trabalho.

Aos professores Dale Van Vleck e Rita Flávia Miranda de Oliveira e aos doutorandos Marcelo Hessel Van Melis e José Lindenberg Rocha Sarmento, que ajudaram na execução e interpretação deste trabalho.

Ao Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de desenvolvimento do curso.

Ao Seu Nenzinho, funcionário do Laboratório de Reprodução Animal, por sua dedicação, amizade, pelo ótimo humor e grandes ensinamentos de humildade.

Aos amigos do coração e irmãos de república, Paulo Márcio Santana, Alessandro Freitas, Ângelo C. Gurgel e Flávio, pelo carinho especial de muitos anos de convivência.

Aos colegas de pós-graduação do Laboratório de Reprodução Animal, Belmiro Zamperlini, Edilson P. Lopes, Flávio G. Lopes, Giórgia, Márcio M. Nunes, Rafael Gorette, Rodrigo Frigoni, Marcos Antônio Foroni, Leonardo Martins, Moacir, Ronaldo, Alexandre (Fioca), Caroline Lavocat Nunes, Letícia Martins Fagundes, Marilú Gioso, Aline Quadros e Juliana Borges pelo convívio durante esses anos.

Aos bons e velhos amigos da turma de Veterinária de 1997 e à todas as pessoas que comigo conviveram e que de alguma forma me ajudaram durante a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!!!!.

Valeu pela força!

BIOGRAFIA

THIAGO DA SILVA SILVEIRA, filho de Roberto Abreu Silveira e Maria Celeste da Silva Silveira, nasceu na cidade de Tucuruí, Pará, em 28 de abril de 1979.

Ingressou no curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa– M G em 1997, graduando-se em maio de 2002.

Em setembro de 2002, iniciou o programa de Mestrado em Medicina Veterinária na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Morfo-Fisiologia dos Animais Domésticos.

Em junho de 2004, concluiu o presente estudo.

ÍNDICE

	Páginas
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE GRÁFICOS.....	xiv
RESUMO	xv
ABSTRACT.....	xviii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Melhoramento Genético.....	3
2.1.1. Seleção.....	5
2.2. Herdabilidade.....	7
2.2.1. Herdabilidade de características reprodutivas no macho.....	8
2.3. Correlações.....	11
2.3.1. Correlação entre características reprodutivas.....	12
2.4. Características categóricas ou modelo limiar.....	16
2.5. Perímetro escrotal.....	17
2.6. Puberdade e maturidade sexual.....	22
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
CAPÍTULO 1: Estádio de Maturação Sexual, Parâmetros Reprodutivos e Ponderais em Touros da Raça Nelore com Média de Idade de 21 meses, Criados Extensivamente.....	35
RESUMO.....	35
ABSTRACT.....	36
1. INTRODUÇÃO.....	37

2. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
2.1. Localização do experimento.....	38
2.2. Animais e manejo.....	38
2.3. Mensurações testiculares e peso corporal.....	39
2.3.1. Formato testicular.....	40
2.4. Avaliação do sêmen.....	41
2.5. Idade à puberdade, maturidade sexual e interpretação dos exames andrológicos.....	41
2.6. Descrição do banco de dados.....	42
2.7. Análise de consistência e restrições.....	43
2.8. Análises estatísticas.....	43
2.8.1. Parâmetros reprodutivos.....	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
3.1. Estádio de maturação sexual.....	44
3.2. Formato testicular.....	67
3.3. Correlações de Pearson.....	70
4. CONCLUSÕES.....	79
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
CAPÍTULO 2: Estimativas de Herdabilidade e Correlações Genéticas entre Características Reprodutivas e Produtivas em Touros da Raça Nelore, Criados Extensivamente.....	85
RESUMO.....	85
ABSTRACT.....	86
1. INTRODUÇÃO.....	87
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	87
2.1. Localização do experimento.....	87
2.2. Animais e manejo.....	88
2.3. Mensurações testiculares e peso corporal.....	88
2.3.1. Formato testicular.....	89
2.4. Avaliação do sêmen.....	90
2.5. Idade à puberdade, maturidade sexual e interpretação dos exames andrológicos.....	91
2.6. Descrição do banco de dados.....	92

2.7 Análise de consistência e restrições.....	92
2.8. Análises estatísticas.....	93
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	94
4. CONCLUSÕES.....	110
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
CAPÍTULO 3: Estimativas de Herdabilidade para Aptidão Andrológica e Características Reprodutivas em Touros da Raça Nelore, Criados Extensivamente.....	117
RESUMO.....	117
ABSTRACT.....	118
1. INTRODUÇÃO.....	119
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	119
2.1. Localização do experimento.....	119
2.2. Animais e manejo.....	120
2.3. Idade à puberdade, maturidade sexual e interpretação dos exames andrológicos.....	121
2.4. Descrição do banco de dados inicial.....	121
2.4.1. Aptidão Andrológica (AA).....	122
2.4.2. Restrições.....	122
2.4.3. Procedimentos estatísticos para estimar AA.....	123
2.4.4. Procedimento estatístico para variáveis contínuas.....	124
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	125
4. CONCLUSÕES.....	128
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	129
ANEXOS.....	132

LISTA DE TABELAS

	Páginas
REVISÃO DE LITERATURA	3
Tabela 1 - Exemplos de estimativas de herdabilidade (h^2) para o perímetro escrotal (PE) na literatura consultada.....	10
CAPÍTULO 1: Estádio de Maturação Sexual, Parâmetros Reprodutivos e Ponderais em Touros da Raça Nelore com Média de 21 Meses de Idade, Criados Extensivamente	35
Tabela 1 - Número de animais e frequência de classes andrológicas de acordo com o ano, de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente.....	45
Tabela 2 - Médias dos quadrados mínimos para características reprodutivas (biométricas, físicas e morfológicas do ejaculado) e ponderais em touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente, entre os anos de 1999 a 2003.....	48
Tabela 3 - Médias dos quadrados mínimos para características reprodutivas (biométricas, físicas e morfológicas do ejaculado) e ponderais em touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente, de acordo com a classe andrológica.....	48

Tabela 4 - Médias e desvios-padrão dos quadrados mínimos para as características ponderais de touros da raça Nelore, criados extensivamente, de acordo com as classes andrológicas, entre os anos de 1999 a 2003.....	52
Tabela 5 - Médias e desvios-padrão dos quadrados mínimos das características biométricas de touros da raça Nelore, criados extensivamente, de acordo com as classes andrológicas, entre os anos de 1999 a 2003.....	55
Tabela 6 - Médias e desvios-padrão dos quadrados mínimos para as características físicas e morfológicas do ejaculado de touros da raça Nelore, criados extensivamente, de acordo com as classes andrológicas, entre os anos de 1999 a 2003.....	61
Tabela 7 - Número de animais (n) e frequência (%) do formato testicular de acordo com o ano, em touros da raça Nelore, criados extensivamente.....	67
Tabela 8 - Correlações simples de Pearson entre as variáveis de biometria testicular e aspectos físicos do ejaculado de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente.....	73
Tabela 9 - Correlações simples de Pearson entre as características ponderais de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente.....	74
Tabela 10 - Correlações simples de Pearson entre as características de morfologia espermática do ejaculado de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente.....	75
Tabela 11 - Correlações simples de Pearson entre as características de biometria testicular e aspectos físicos do ejaculado com as características de morfologia espermática de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente.....	76

Tabela 12 – Correlações simples de Pearson entre as características de biometria testicular, aspectos físicos e de morfologia espermática do ejaculado com características ponderais de touros da raça Nelore, com média de idade de 21 meses, criados extensivamente.....	77
CAPÍTULO 2: Estimativas de variâncias fenotípicas, genéticas e residuais, herdabilidade e correlações genéticas entre características reprodutivas e produtivas de touros da raça Nelore, criados extensivamente.....	85
Tabela 1 - Estimativas de variância fenotípica (σ_p^2), genética aditiva direta (σ_a^2), genética aditiva materna (σ_m^2) e residual (σ_e^2), de herdabilidades aditiva direta (h_a^2) e aditiva materna (h_m^2) e proporção da variância total atribuída ao erro (e^2) de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente.....	96
Tabela 2 – Estimativas de herdabilidade aditiva direta (h_1^2 e h_2^2) e materna (h_{M1}^2 e h_{M2}^2) e correlações genéticas entre os perímetros escrotais e as características ponderais de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente.....	103
Tabela 3 – Estimativas de herdabilidade aditiva direta (h_1^2 e h_2^2) e materna (h_{M1}^2 e h_{M2}^2) e correlações genéticas entre características de biometria testicular de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente.....	106
Tabela 4 – Estimativas de herdabilidade aditiva direta (h_1^2 e h_2^2) e materna (h_{M1}^2 e h_{M2}^2) e correlações genéticas entre características físicas e morfológicas do ejaculado e perímetros escrotais de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente.....	109

CAPÍTULO 3: Estimativas de Herdabilidade para Aptidão Andrológica e Características Reprodutivas.....	117
Tabela 1 - Descrição do conjunto de dados para a característica Aptidão Andrológica (AA).....	124
Tabela 2 – Variância genética aditiva direta (σ_a^2), herdabilidade média (h^2) e correlação genética e seus erros-padrão (EP) para as características aptidão andrológica (AA) e perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade (PE450), obtidos pelo método □, em touros da raça Nelore, criados extensivamente.....	126
Tabela 3 - Componentes de variância fenotípica (σ_p^2), genética aditiva (σ_a^2), residual (σ_e^2) e herdabilidade (h^2) de características reprodutivas em touros da raça Nelore, criados extensivamente.....	127

LISTA DE GRÁFICOS

	Páginas
Gráfico 1 – <i>Status</i> reprodutivo de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente, entre os anos de 1999 e 2003.....	47
Gráfico 2 – Frequência dos formatos testiculares na população estudada em função do ano de coleta andrológica em animais da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente.....	68

RESUMO

SILVEIRA, Thiago da Silva, M. S., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2004.
Estádio de maturidade sexual e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características reprodutivas e ponderais, em touros da raça Nelore. Orientador: Tarcízio Antônio Rêgo de Paula. Conselheiros: José Domingos Guimarães e Robledo de Almeida Torres.

A reprodução é uma das etapas mais importantes da produção animal. Por isso, objetivou-se neste estudo: **1)** estudar o estágio de maturidade sexual, formato testicular e correlações simples de Pearson entre características reprodutivas e ponderais em touros da raça Nelore com média de idade de 21,5 meses, avaliados em exame andrológico entre os anos de 1999 e 2003. A população estudada apresentou 78% de animais sexualmente maduros durante o período experimental, sendo que os formatos testiculares longos (99,93%), sobretudo o formato longo moderado, (66,19%) foram predominantes na população em todos os anos avaliados. As correlações favoráveis verificadas neste estudo foram do perímetro escrotal e do volume testicular, com todas as características reprodutivas de biometria testicular (perímetro escrotal aos 450 dias de idade, comprimentos e larguras dos testículos direito e esquerdo e formato testicular), aspectos físicos (volume e aspecto do ejaculado, motilidade progressiva retilínea, vigor e turbilhonamento espermático) e morfológicos do ejaculado (defeitos maiores, menores, totais, de cabeça, peça intermediária e cauda) e ponderais (peso corporal ao nascimento, à desmama e sobreano e altura da garupa aos 550 dias de idade); **2)** Estimar valores de herdabilidade e correlações genéticas entre as características reprodutivas (avaliadas na ocasião do exame andrológico) e ponderais. Os valores de herdabilidade obtidos

foram: pesos ao nascimento ($0,22 \pm 0,04$), à desmama ($0,15 \pm 0,03$) e sobreano ($0,18 \pm 0,04$), altura do posterior aos 550 dias de idade ($0,16 \pm 0,04$), perímetro escrotal ao 450 dias de idade (PE450) ($0,24 \pm 0,05$) e na coleta (PE) ($0,37 \pm 0,05$), comprimento dos testículos esquerdo ($0,24 \pm 0,05$) e direito ($0,26 \pm 0,05$), largura dos testículos esquerdo ($0,29 \pm 0,05$) e direito ($0,31 \pm 0,05$), formato ($0,12 \pm 0,04$) e volume testicular ($0,33 \pm 0,06$), comprimento ($0,18 \pm 0,04$) e largura ($0,41 \pm 0,06$) das vesículas seminais, consistência testicular ($0,73 \pm 0,06$), volume ($0,05 \pm 0,02$) e aspecto ($0,07 \pm 0,03$) do ejaculado, turbilhonamento ($0,11 \pm 0,03$), motilidade ($0,08 \pm 0,03$) e vigor espermático ($0,05 \pm 0,02$), defeitos espermáticos maiores ($0,20 \pm 0,04$), menores ($0,03 \pm 0,02$), totais ($0,19 \pm 0,04$), de cabeça ($0,15 \pm 0,04$), peça intermediária ($0,02 \pm 0,01$) e cauda ($0,17 \pm 0,04$). As correlações genéticas entre perímetro escrotal (PE) e características de crescimento, características físicas e morfológicas do ejaculado foram favoráveis. O PE constitui-se numa ótima característica para se avaliar e selecionar touros nelore jovens, devido a alta herdabilidade e favoráveis correlações genéticas com características ponderais e reprodutivas; **3)** Estimar valores de herdabilidade e correlação genética entre a característica Aptidão Andrológica (AA) em touros da raça Nelore aos 21 meses de idade e perímetro escrotal aos 450 dias de idade. Por ser característica categórica (valor de 0 e 1 para animais imaturos e maturos sexualmente, respectivamente), para se estimar o componente de variância genética aditiva, utilizou-se o método χ^2 . As estimativas de herdabilidade para a característica AA foram $0,22 \pm 0,0067$ e $0,56 \pm 0,23$, para análises com uma e duas características. O perímetro escrotal ajustado para 450 dias (PE450), em análise conjunta, obteve valor de herdabilidade de $0,58 \pm 0,03$ e correlação genética de $0,45 \pm 0,40$ com AA.

ABSTRACT

SILVEIRA, Thiago da Silva, M. S., Universidade Federal de Viçosa, June 2004.
Sexual maturity stage and estimates of phenotypic and genetic parameters for reproductive and growth traits in Nellore bulls. Advisor: Tarcízio Antônio Rêgo de Paula. Committee members: José Domingos Guimarães and Robledo de Almeida Torres.

The objectives of this study were: 1) to study the stage of sexual maturity, testicular format and the Pearson simple correlations among the reproductive and growth traits in young Nellore bulls with average of age of 21,5 months, appraised andrologicamente among the years from 1999 to 2003. This population had 78% of sexually matures bulls during the experimental period, and the long testicular formats (99,93%), mainly the moderate long format (66,19%) it went predominate in to population in every appraised year. The correlations in favorable sense, verified in this study were of the scrotal circumference and of the testicular volume with all the reproductive traits of testicular mensuration (scrotal circumference at 450 days of age, lengths and widths of the right and left testicles and testicular format), physical (volume, aspect, individual motility, gross motility and vigor of the ejaculated) and morphologic aspect of the ejaculated (larger, smaller, total defects and head, midpiece and tail defects) and growth (birth weight, weaning weight, weight and hip height at 550 days of age). 2) to esteem heritability values and genetic correlations among the reproductive (evaluated in the occasion of the breeding soundness evaluation) and growth traits. The heritability were: birth weight ($0,22 \pm 0,04$), weaning weight ($0,15 \pm 0,03$) and weight at 550 days of age ($0,18 \pm 0,04$), hp height at 550 days of age ($0,16 \pm 0,04$), scrotal circumference to the 450 days of age (PE450) ($0,24 \pm 0,05$) and at breeding soundness evaluation (PE) ($0,37 \pm 0,05$),

length of the left ($0,24 \pm 0,05$) and right testicle ($0,26 \pm 0,05$), width of the left ($0,29 \pm 0,05$) and right testicle ($0,31 \pm 0,05$), testicular format ($0,12 \pm 0,04$), testicular volume ($0,33 \pm 0,06$), length ($0,18 \pm 0,04$) and width ($0,41 \pm 0,06$) of the seminal vesicles, testicular consistency ($0,73 \pm 0,06$), volume ($0,05 \pm 0,02$) and aspect ($0,07 \pm 0,03$), gross motility ($0,11 \pm 0,03$), motility ($0,08 \pm 0,03$) and vigor ($0,05 \pm 0,02$) of the ejaculated, larger ($0,20 \pm 0,04$), smaller ($0,03 \pm 0,02$), total ($0,19 \pm 0,04$) spermatic defects and head ($0,15 \pm 0,04$), midpiece ($0,02 \pm 0,01$) and tail ($0,17 \pm 0,04$) spermatic defects. The genetic correlations between the PE and the growth traits, physical and morphologic traits of the ejaculated was favorable. The PE is a good trait to evaluate and select young Nellore bulls due to its high heritability and favorable genetic correlations with growth and reproductive traits. 3) it esteems heritability value and genetic correlation among the trait Andrologic Aptitude (AA) in Nellore bulls at 21 months of age and the scrotal circumference at 450 days of age. For being a categorical trait (value of 0 and 1 was given to sexually immature and mature animals, respectively), to be considered the component of additive genetic variance the method χ^2 was used. Heritability estimates for AA in a single trait analysis was $0,22 \pm 0,0067$, and $0,56 \pm 0,23$ in the two traits analysis with the scrotal circumference adjusted to 450 days (PE450). It can be inferred that the studied population presents genetic variability for trait AA, and that presented a favorable genetic correlation with the PE450.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção de carne com eficiência, qualidade superior e menor espaço de tempo são os principais objetivos da bovinocultura de corte (PEREIRA, 1999; PANETO et al., 2002), tornando necessário aos produtores estratégias de seleção que acelerem o giro de capital e ingresso mais rápido de divisas na propriedade (JOSAHKIAN, 2000). Segundo BARBOSA (2000), a produção de carne bovina pode ser considerada resultado da utilização dos recursos genéticos (raças, tipos etc.) e ambientais (solo, clima etc.) disponíveis numa região ou país, de possíveis interações entre elas e das práticas de manejo adotadas.

Existem várias maneiras de se combinar os recursos e práticas de manejo, o que resulta em grande número de possíveis sistemas de produção. Em geral, sistemas de produção mais eficientes otimizam os recursos genéticos e ambientais e as práticas de manejo em cada um dos três componentes principais do ciclo produtivo da carne bovina: reprodução, produção e produto (BARBOSA, 2000).

A respeito das condições brasileiras, JOSAHKIAN (2000) e LÔBO (1998) relatam que o impacto econômico positivo do material genético zebuíno para a pecuária brasileira é consideravelmente superior ao do material genético de raças exóticas européias, por ter proporcionado a instalação de uma pecuária auto-sustentável, não-dependente de fatores externos e de modificações constantes do meio-ambiente de que dispomos. Isso fica evidente perante a proporção de aproximadamente 78% (BERGMANN, 1993) da população bovina brasileira ser composta de animais de raças zebuínas e seus mestiços; cerca de 185.347.198 cabeças (IBGE, 2004).

Considerando que 55% do rebanho brasileiro é composto de fêmeas em idade reprodutiva (ANUALPEC, 2002) e que apenas 7% delas são inseminadas (ASBIA, 2003), restam 93% de fêmeas, que são servidas em manejo de monta natural, o que equivale a 94.805.092 fêmeas, com uma relação touro:vaca de 1:30, resultando em aproximadamente 3.160.170 touros em uso. Com renovação média de 20% dos touros ao ano, temos um nicho de mercado com demanda anual de 632.034 touros, que não é suficientemente suprida, pois, em 2002, foram produzidos apenas 10.000 touros avaliados geneticamente, em 16 programas de melhoramento genético (CORRÊA, 2004—comunicação pessoal).

Admite-se que o touro usado em monta natural seja responsável por mais de 90% do potencial genético de um rebanho, apesar de sua presença física dificilmente ultrapassar os 5% (SILVA et al., 1993). Provavelmente, deve-se ao fato de um reprodutor durante a estação reprodutiva servir grande número de fêmeas (CORAH et al. 1994), logo a seleção dos touros do rebanho é decisão crítica e afeta a performance reprodutiva e lucratividade do rebanho (COE e GIBSON, 1993).

A seleção de machos utilizados como reprodutores é uma das etapas mais importantes para os rebanhos que adotam o sistema de monta natural, principalmente ao considerar que o touro transmite 50% de seu genótipo a um grande número de filhos (QUIRINO, 1999). A ênfase na seleção com base no desempenho dos reprodutores é recente em nosso meio, especialmente entre os criadores de gado Zebu (PEREIRA, 1999).

O uso do melhoramento animal permite mudanças no cenário da pecuária de corte no Brasil, que ainda é marcado por baixos níveis de produtividade, abate dos animais em idades tardias e baixa qualidade da carne (BERGMANN, 1993; BOCCHI, 2003). Com isso, as características reprodutivas assumem posições prioritárias em programas de melhoramento, sendo a exploração da genética aditiva zebuína, a melhor estratégia hoje para o Brasil (JOSAHKIAN, 2000).

Este trabalho teve como objetivos estudar o estágio de maturidade sexual em touros da raça Nelore com média de 21 meses de idade e estimar valores de correlações simples de Pearson e genéticas, além de herdabilidades de características reprodutivas e ponderais, e suas relações entre si, nesses animais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Melhoramento genético

As características econômicas dos animais domésticos são de natureza poligênica, isto é, são controladas por grande número de genes que afetam a expressão dessas características. No entanto, características mensuradas no indivíduo (fenótipo) não são resultado somente de sua constituição genética, mas também da interação de seus genes com vários efeitos não-genéticos ou de ambiente. Para que os genes possam expressar a característica, é preciso que disponham de ambiente adequado. Por outro lado, as modificações que o ambiente pode causar no desenvolvimento de uma característica são limitadas pelo genótipo do indivíduo. É preciso reconhecer que a variabilidade observada em algumas características pode ser causada tanto por diferenças gênicas como por diferenças no ambiente aos quais os indivíduos foram expostos. Quanto mais o ambiente influencia as ações dos genes, menos exata será a estimativa do genótipo do indivíduo. Nas características econômicas (peso e ganho de peso, produção de leite, número de leitões por leitegada, produção de ovos, etc.), o progresso a ser alcançado depende da melhor ou pior precisão em avaliar genótipos, tendo por base o fenótipo dos indivíduos (CARDELLINO e ROVIRA, 1983; PEREIRA, 1999).

O que realmente interessa nos animais de cria é a capacidade de transmitir bons genes aos filhos, pois os progenitores passam, como herança amostras de seu genótipo, constituídas por genes. Justamente por isso, em cada nova geração se criam

novos genótipos, graças às combinações genéticas (CARDELLINO E ROVIRA, 1983). Métodos estatísticos apropriados permitem estimar o quanto da variação fenotípica é decorrente das diferenças genéticas entre os indivíduos e o quanto é devido às diferenças de natureza ambiente (PEREIRA, 1999).

A meta do melhoramento genético consiste na mudança da composição genética dos animais, por meio da identificação e multiplicação dos melhores genótipos. Quanto à algumas características, observa-se uma variação muito ampla entre os animais de uma população. O interesse é estimar o quanto dessa variação é de natureza genética (herdabilidade) e o quanto das características são afetadas pelos mesmos genes (correlação genética). Os parâmetros herdabilidade e correlações genéticas determinam o esquema de seleção a ser adotado (PEREIRA, 1999).

Vale Filho (1994), citado por Salvador (2001), conclui que, diante da importância dos touros no processo de melhoramento genético do rebanho, principalmente nos sistemas de monta natural, duas situações distintas, mas interligadas, devem ser observadas: a seleção andrológica e a seleção genética para alta produtividade na descendência, podendo o negligenciamento de qualquer uma delas comprometer todo o processo de melhoramento do rebanho.

É de vital importância que o criador conheça a fertilidade dos touros selecionados para reprodução e os parâmetros genéticos das características associadas à fertilidade, para obtenção de maior eficiência reprodutiva e predição do progresso genético da fertilidade do rebanho. Além disso, o uso de tourinhos precoces é fundamental para redução do intervalo de gerações e, conseqüentemente para, aceleração do progresso genético (QUIRINO, 1999).

Nos programas de seleção, para melhora da fertilidade dos touros, é importante fazer uso de características reprodutivas que apresentem herdabilidades médias a altas e correlações genéticas favoráveis. A ênfase na seleção com base no desempenho dos reprodutores é recente em nosso meio, especialmente entre os criadores de gado Zebu (PEREIRA, 1999). BERGMANN (1993) relata que são poucos os dados disponíveis na literatura brasileira, comprovando que pouca ou nenhuma pressão de seleção tem sido feita para melhora da reprodução de machos das raças zebuínas nacionais. Do ponto de vista prático, a eficiência reprodutiva dos rebanhos bovinos pode ser melhorada por meio da seleção de machos com grande perímetro escrotal, adequada qualidade espermática e adequado comportamento sexual (libido e capacidade de serviço).

EVERLING et al. (2001) relataram que, considerando a importância econômica das características reprodutivas e de crescimento, é essencial, em programas de seleção, o conhecimento das associações genéticas entre as mesmas, para determinação do quanto é ganho ou perdido em programas de seleção direcionados a uma característica isolada ou associada a outra.

PEREIRA (1999) relata que a inclusão de características indicadoras da performance reprodutiva dos machos nos programas de melhoramento é um aspecto que provocará impactos notáveis no melhoramento da fertilidade.

2.1.1. Seleção

Uma das estratégias que o melhorista possui para alterar geneticamente populações de animais é a seleção, ou seja, a escolha dos animais que serão pais da próxima geração. Para determinação desses animais, é necessária a identificação do seu mérito genético (BOCCHI, 2003). A grande variabilidade genética encontrada entre e dentro das raças zebuínas é fator adicional para possíveis e grandes progressos genéticos (JOSAHKIAN, 2000). PEREIRA (1999) relata que o ganho genético esperado com a seleção é a proporção herdável das diferenças entre a média do grupo selecionado e a média da população, devendo o resultado líquido da seleção ser a mudança na média da população.

Entretanto, a identificação do valor genético real do animal não é possível, pois o desempenho dos animais é resultante de seu genótipo somado aos efeitos de meio ambiente, existindo ainda interação entre esses efeitos. Portanto, o que é realizado nas avaliações dos animais é a estimação desse valor genético aditivo, que se aproxima muito do valor real, quando a avaliação é bem feita (BOCCHI, 2003).

A inclusão de características indicadoras da performance reprodutiva dos machos nos programas de seleção é o aspecto que provocará impacto notável na fertilidade da população (PEREIRA, 1999). VARGAS et al. (1998) relatam que, devido ao maior diferencial de seleção imprimido aos machos, pode-se esperar melhores respostas da seleção para fertilidade nos mesmos, em comparação às fêmeas. Do ponto de vista econômico, também é previsível grande impacto, já que Trenkle e Wilham (1977), citados por BERGMANN (1993), concluem que o

desempenho reprodutivo é cinco vezes mais importante que o crescimento e, pelo menos, 10 vezes mais importante que a qualidade da carne produzida.

BERGMANN (1993) relata que, apesar de sua importância econômica, a seleção para características reprodutivas não é fácil de ser implementada, pois a grande influência do manejo e da alimentação, o modo de expressão das características reprodutivas (ocorrem em classes e o tratamento estatístico destas características, na maioria dos trabalhos assume uma distribuição contínua), a provável reduzida variabilidade genética e os baixos valores de herdabilidade são os responsáveis por essas limitações. Entretanto, a seleção para a eficiência reprodutiva pode e deve ser feita, pois reflete no desempenho produtivo dos rebanhos, além de proporcionar mudanças genéticas favoráveis e permanentes a longo prazo. Para ambos os sexos, a idade à puberdade, característica indicadora da precocidade sexual dos animais, é uma importante característica reprodutiva e deve ser considerada nos programas de melhoramento das raças zebuínas (BERGMANN, 1998).

Segundo PEREIRA (1999), as características mais importantes para o melhoramento de eficiência reprodutiva nos machos são puberdade, perímetro escrotal, libido, capacidade de serviço e qualidade do sêmen. Nas fêmeas, BERGMANN (1998), de certa forma, a idade ao primeiro parto pode ser considerada como característica prática, que melhor indica o início da atividade reprodutiva das fêmeas.

BERGMANN (1998) relata que, face às dificuldades operacionais para implementação de programas de seleção para idade à puberdade, torna-se importante a utilização de características indicadoras de precocidade sexual que tenham variabilidade genética adequada, que sejam de mensuração fácil e econômica, e que tenham correlação genética favorável com idade à puberdade e outras características economicamente importantes. Das características indicadoras de precocidade sexual, perímetro escrotal é de grande utilidade, pois, além de fácil mensuração e obtenção em animais jovens, apresenta variabilidade genética (BOURDON e BRINKS, 1986; EVANS et al., 1999; PEREIRA et al., 2000), além de estar associada favoravelmente à precocidade sexual em ambos os sexos e outras características importantes economicamente (TOELLE e ROBISON, 1985; VASCONCELOS, 2001).

Entretanto, alguns aspectos continuam merecendo atenção do meio científico, para melhor utilização desta característica nos programas de seleção das raças zebuínas. Algumas questões aventadas passam pela idade mais adequada para medir

o perímetro escrotal e pela avaliação morfológica do escroto e dos testículos (BERGMANN, 1998). PIMENTEL et al. (1984) e COE e GIBSON (1993) relatam que, para seleção objetivando a redução da idade à puberdade, a avaliação do perímetro testicular em touros deve ser feita antes dos 24 meses de idade por ser esse o período que antecede, ou coincide, com o início de sua atividade reprodutiva.

BERGMANN (1998) e GOLDEN et al. (2001) relatam que a seleção para aumento do perímetro escrotal não traz benefício direto em termos econômicos. Contudo, com esta seleção, é possível conseguir animais mais precoces sexualmente e mais férteis, com maior quantidade e qualidade espermática e maior capacidade de serviço (BOURDON e BRINKS, 1986; QUIRINO, 1999; SARREIRO, 2001).

PANETO et al. (2002) descrevem formas alternativas para a seleção da precocidade sexual, empregando o crescimento testicular (milímetros) dos 12 aos 18 meses de idade. Os autores relatam que a seleção de animais pelo crescimento testicular nessa fase poderia causar diminuição do perímetro escrotal aos 12 meses e, por conseqüência, diminuição da precocidade sexual do rebanho, pois os animais que atingem a proximidade da maturidade sexual mais cedo, tendem a apresentar bom crescimento testicular até os 12 meses de idade e crescimento testicular reduzido após esse período.

ORTIZ PEÑA et al. (2001) concluíram que o perímetro escrotal observado e perímetro escrotal ajustado para idade do animal foram coincidentes na avaliação da precocidade sexual, e que a utilização do PE ajustado para idade e peso do animal como critério de seleção, melhoraria a precocidade sexual, sem necessariamente, elevar os pesos:tamanhos adultos dos animais. BRINKS (1994) relata e QUIRINO (1999) confirma que o perímetro escrotal ajustado para o peso corporal parece ser tão herdável quanto o perímetro escrotal ajustado para idade.

2.2. Herdabilidade

CARDELLINO e ROVIRA (1983) e FALCONER (1989) relatam que a herdabilidade é o parâmetro que expressa a proporção da variação fenotípica total, que é atribuída ao efeito médio dos genes, o que é determinado pelo grau de semelhança entre os parentes em comparação com não aparentados, dentro da mesma população. A herdabilidade é o parâmetro que quantifica a participação do ambiente

na determinação de uma característica (FORNI, 2003). A herdabilidade é um conceito estatístico que varia de uma população para outra, de característica para característica e de uma época para outra (PEREIRA, 1999).

A herdabilidade de uma característica quantitativa na população é o parâmetro genético de maior importância, já que determina a estratégia a ser utilizada no melhoramento desta característica (CARDELLINO e ROVIRA, 1983), que pode variar de 0,0 a 1,0 ou de 0 a 100%. Em geral, quando a herdabilidade varia de 0,0 a 0,1 é considerada baixa; de 0,1 a 0,3, média, e, acima de 0,3, alta.

Quando a herdabilidade é baixa, significa que grande parte da variação da característica é devido às diferenças ambientais entre os indivíduos e a seleção não será efetiva; quando é alta, significa que diferenças genéticas entre os indivíduos são responsáveis, em grande parte, pela variação da característica. Quando é baixa, significa que a correlação entre o genótipo e o fenótipo é pequena. Neste caso, deve-se lançar mão de outros recursos capazes de identificar os melhores genótipos (FORNI, 2003; PEREIRA, 1999).

CARDELLINO e ROVIRA (1983), FALCONER (1989) e PEREIRA (1999) relatam que o valor de herdabilidade de uma característica tem como função principal expressar a confiança que se pode ter no fenótipo do animal como guia para prever seu valor genético. O conceito de valor genético é de grande importância para o melhoramento animal, já que é precisamente uma medida de intensidade da melhora que se pode alcançar por meio do uso de reprodutores diversos.

2.2.1. Herdabilidade de características reprodutivas no macho

A inclusão de características indicadoras de desempenho reprodutivo nos machos é aspecto que provocará notáveis impactos no melhoramento da fertilidade. Nos machos, as características mais importantes para o melhoramento de eficiência reprodutiva são puberdade, perímetro escrotal, libido, capacidade de serviço e qualidade do sêmen (PEREIRA, 1999). Como os touros contribuem com 50% das características dos seus descendentes e sofrem maior pressão de seleção em comparação às fêmeas (SMITH et al., 1989a), a seleção direcionada à precocidade, baseada nas herdabilidades (média a alta) das características sexuais, significa avanço de produtividade, lucratividade e economia para o produtor.

PEREIRA (1999) resume que as estimativas de herdabilidade para a maioria das características ligadas à reprodução variam de 0,0 a 0,10; logo, de baixa magnitude. BRINKS (1972) afirma que a herdabilidade de qualquer característica é influenciada pela complexidade da característica em questão, ou seja, quanto mais complexa menor a herdabilidade. O autor descreve que as características reprodutivas são características adaptativas, logo, muito sujeitas a seleção natural por várias gerações e, por isso, a variância genética aditiva seria baixa. Porém, PEREIRA (1999) relata que as herdabilidades das características reprodutivas são mais altas nos trópicos que em países temperados. Fato este confirmado por ELER (2002a), que verificou maior valor de herdabilidade para a característica (PP14) probabilidade de prenhez aos 14 meses, em animais Nelore, quando comparado aos valores de EVANS et al. (1999) e DOYLE et al. (1996), em animais *Bos taurus taurus*.

Vários fatores como raça, peso corporal, altura, grupo contemporâneo, reprodutor, ano e idade da mãe influenciam o cálculo da herdabilidade de características, como perímetro escrotal, comprimento e volume testicular. A idade da mãe tem efeito significativo em características testiculares para tourinhos ao ano, possivelmente, por refletir diferenças no peso corporal entre os touros (BOURDON e BRINKS, 1986; LUNSTRA et al., 1988).

FILHO e LÔBO (1991) e ELER et al. (1996), trabalhando com animais da raça Nelore, estimaram altos valores de herdabilidade para perímetro escrotal de 0,36 e 0,52 em animais dessa raça, confirmando a existência de variabilidade genética aditiva, o que permite a obtenção de progresso genético na seleção de touros. Alguns valores encontrados na literatura são sumariados na Tabela 1.

ORTIZ PEÑA et al. (2001) estimaram valores de herdabilidade para o perímetro escrotal ($PE=0,41$), perímetro escrotal ajustado para idade ($PE_i=0,40$) e perímetro escrotal ajustado para idade e peso ($PE_{ip}=0,47$). Os autores observaram que a herdabilidade foi maior para PE_{ip} , pois houve mudança nas proporções dos componentes de variância, com maior redução na variância ambiental. No entanto, KNIGHTS et al (1984), NEELY et al. (1982) e QUIRINO (1999) verificaram redução no valor de herdabilidade do PE quando incluíram o peso corporal no modelo.

Tabela 1 – Exemplos de estimativas de herdabilidade (h^2) para perímetro escrotal (PE) na literatura consultada

Autores	Ano	Raça	Dados	Idade	h^2 PE
TOELLE e ROBISON	1985	Hereford	528	12 meses	0,44 ± 0,24
BOURDON e BRINKS	1986	Hereford	4.233	12 meses	0,49
GIPSON et al.	1987	<i>Bos t. taurus</i>	3.816	12 meses	0,51
SMITH et al.	1989b	<i>Bos t. taurus</i>	549	12 meses	0,40 ± 0,09
BERGMANN et al.	1997	Nelore	215	variada	0,87
GRESSLER	1998	Nelore	652	18 meses	0,31 ± 0,10
VARGAS et al.	1998	Brahma	287	18 meses	0,28
EVANS et al.	1999	Hereford	1.220	12 meses	0,71 ± 0,13
QUIRINO	1999	Nelore	438	2 a 5 anos	0,81 ± 0,04
SARREIRO	2001	Nelore	273	31 meses	0,38 ± 0,20
ORTIZ PEÑA	2001	Nelore	7.458	18 meses	0,41
ELER et al.	2002b	Nelore	31.321	18 meses	0,42 ± 0,03

ORTIZ PEÑA et al. (2001) argumentam que a correção do PE para o peso removeu outros efeitos ambientais que agiram sobre o desenvolvimento do animal, inclusive testicular, mas não foram adequados ou suficientemente controlados ou modelados. BOURDON e BRINKS (1986) observaram que, quando foi utilizado peso corporal como co-variável no modelo, a altura não mais teve efeito significativo e a idade passou a ter pouco efeito, significando que, grande parte da influência destes dois fatores (altura e idade) sobre o PE, são referentes à associação deles com o peso corporal.

PANETO et al. (2002) registraram valores de herdabilidade para ganho de perímetro escrotal de 365 a 455 e de 455 a 550 dias de 0,24 e 0,18, respectivamente. Os autores sugerem ainda a possibilidade de ganhos genéticos a partir da seleção baseada nessas características.

Segundo TOELLE e ROBISON (1985), LUNSTRA et al. (1988) e PEREIRA et al. (1998), o PE tem maior herdabilidade que características reprodutivas de fêmeas, por isso é utilizado em programas de melhoramento genético, visando a otimização das eficiências reprodutivas de machos e fêmeas, e redução da idade à puberdade em machos e fêmeas.

DUCROQ e HUMBLLOT (1995) observaram, em touros da raça Normanda, valores de herdabilidade para características seminais, como volume (0,65), escore de motilidade (0,35), concentração (0,39), motilidade espermática pós-descongelamento (0,30) e total de anormalidades espermáticas (0,19). GIPSON et al. (1987) encontraram baixa herdabilidade para características seminais, porém, as correlações entre PE e características seminais foram altas e favoráveis, sugerindo

que a seleção direta para aumento do PE pode ser de 1,5 a 3 vezes mais eficiente para melhoramento nas características seminais, que a pressão de seleção direta sobre características seminais.

2.3. Correlação

A correlação é a medida do quanto uma característica pode ser influenciada indiretamente pela seleção de outra. O valor econômico de um animal resulta do número de características desejáveis que influem em seu desempenho. Desse modo, a seleção para uma característica é importante não somente pelos reflexos em sua expressão, como também no de outras, dependentes em maior ou menor grau (PEREIRA, 1999).

FALCONER (1989) descreve que o interesse do estudo das correlações entre as características advém do conhecimento da causa genética da correlação e das mudanças trazidas pela seleção. FORNI (2003) afirma que as mudanças nas freqüências gênicas em função da seleção para determinada característica promovem alterações nas características geneticamente correlacionadas, e tais mudanças podem ser desejáveis ou não. A correlação genética é a mais importante, pois demonstra a direção da seleção indireta em uma característica correlacionada com o critério de seleção (CARDELLINO e ROVIRA, 1983).

A correlação que se pode calcular diretamente entre duas características é a fenotípica. A causa da correlação fenotípica observada não é necessariamente genética, sugerindo que, mesmo que haja uma correlação fenotípica positiva entre as características, a seleção por uma não resultará necessariamente em resposta ou ganho genético na outra, assim como uma correlação fenotípica igual a zero não implica em total independência genética entre as características. A dependência genética é demonstrada pela correlação genética entre as características (CARDELLINO e ROVIRA, 1983).

As causas de correlação genética entre duas características podem ser permanentes ou transitórias. A causa permanente para que os caracteres estejam correlacionados geneticamente é a pleiotropia: alguns dos genes que afetam uma característica, afetam a outra também. Uma causa transitória de correlação genética entre duas características é a ligação gênica ou “linkage”: quando genes que estão

muito próximos no cromossomo agem conjuntamente, porém esta correlação causada pela proximidade tende a desaparecer com o tempo à medida que o *crossing-over* vai separando os genes que estavam originalmente próximos no cromossomo (CARDELLINO e ROVIRA, 1983; FALCONER, 1989). O grau de correlação devido a pleiotropia expressa a extensão na qual duas características são influenciadas pelos mesmos genes. Porém a correlação resultante da pleiotropia é a soma de todos os efeitos dos genes segregantes que afetam ambas características (FALCONER, 1989).

CARDELLINO e ROVIRA (1983) descrevem que a correlação é um parâmetro populacional e seu valor não é constante sendo que depende da composição genética da população (frequências gênicas e genótípicas) assim como do meio ambiente. A variação observada nas estimações de correlação genética é suficientemente grande para destinar estes valores somente como um guia.

A correlação pode variar de -1 a 1. Sendo uma correlação positiva: quando as características aumentam juntas, ou negativas quando uma característica aumenta e a outra diminui. Outra interpretação para correlação é quando tem-se correlações favoráveis e desfavoráveis, dependendo do que se espera das características analisadas conjuntamente (CARDELLINO e ROVIRA, 1983). A magnitude e o sentido das respostas correlacionadas são determinados, principalmente, pela correlação genética entre as características envolvidas (PEREIRA, 1999).

De acordo com CARDELLINO e ROVIRA (1983), para planejamento e execução de um programa de seleção, deve-se ter as estimativas das correlações genéticas entre as características de importância no processo produtivo. Na seleção em que se utilizam simultaneamente várias características, em especial para construção de índices de seleção, as correlações são importantes para decisão de que características serão incluídas no índice e que peso relativo se dará a cada uma.

2.3.1. Correlação entre características reprodutivas

VASCONCELOS (2001) observou valores de correlação de Pearson (fenotípicas) entre PE e parâmetros reprodutivos como, formato testicular (0,15), volume testicular (0,73), volume do ejaculado (0,15), turbilhonamento (0,25), motilidade espermática (0,18), vigor espermático (0,18), aspecto do ejaculado (0,23),

defeitos maiores (-0,21), defeitos menores (não significativo), defeitos totais (-0,17) e classe andrológica (-0,29). As correlações encontradas geralmente foram favoráveis, porém de baixa magnitude entre PE e características físicas do sêmen. O autor registrou baixa relação entre características físicas e morfológicas e dessas com perímetro escrotal. No entanto, foram registrados altos valores de correlação das características morfológicas com as classes andrológicas, demonstrando, a importância dessas características na classificação dos touros. Já JIMÉNEZ-SEVERIANO (2002) encontraram valores de 0,92 de correlação do PE com idade e peso vivo.

COE e GIBSON (1993), estudando animais jovens, observaram que perímetro escrotal ajustado para os 200 dias de idade, em *Bos taurus taurus*, está positivamente correlacionado (0,64 – correlação simples) com perímetro escrotal aos 365 dias de idade. Os autores verificaram ainda que o tamanho do perímetro escrotal aos 200 dias de idade corresponde a, aproximadamente, 50% do tamanho do perímetro escrotal aos 365 dias de idade.

VASCONCELOS (2001) observou elevadas correlações de Pearson entre características de biometria e volume testicular. Entretanto, o formato testicular não apresentou correlação com as características físicas e morfológicas do ejaculado ou com o perímetro escrotal, e somente se correlacionou com as características biométricas dos testículos.

DUCROQ e HUMBLLOT (1995) verificaram baixas correlações genéticas entre as características volume do ejaculado com motilidade espermática e total de anormalidades espermáticas.

PANETO et al. (2002) relataram correlações genéticas positivas entre ganho de peso e ganho de perímetro escrotal (0,18). Embora de baixa magnitude, tais correlações indicam a resposta favorável quando se seleciona qualquer das duas características.

ORTIZ PEÑA et al. (2001) concluíram que a seleção do perímetro escrotal corrigido para idade e peso do animal (PEip), quando comparada à praticada pelo perímetro escrotal corrigido apenas pela idade (PEi) ou pelo perímetro escrotal observado (PE), traria menor resposta para velocidade de crescimento. No entanto, a estimativa de correlação genética entre PEi e PEip (0,62) foi moderada, assim o coeficiente de correlação estimado indica a possibilidade de se selecionar, conjuntamente, características de precocidade sexual e de crescimento. Tais

observações corroboram com o estudo de EVERLING et al. (2001), no qual verificaram que a seleção direta para perímetro escrotal, ajustada para idade e peso, não traria resposta correlacionada para ganho médio diário, principalmente na fase de pré-desmama.

Segundo ORTIZ PEÑA et al. (2001), é de grande importância o conhecimento das inter-relações da precocidade sexual, avaliadas por perímetro escrotal com precocidade de crescimento. Neste sentido EVERLING et al. (2000), relataram valores de correlações genéticas e fenotípicas em animais da raça Angus para ganho de peso médio diário do nascimento à desmama direto (GMDd) e materno (GMDm), ganho de peso médio diário da desmama ao sobreano (GMS) e perímetro escrotal (PE). As correlações genéticas foram de 0,92 entre GMDd e GMS, de 0,25 entre GMS e PE, de 0,89 entre GMDm e PE e de 0,00 entre GMDd e PE. Os autores verificaram alta correlação genética entre GMD e GMS (0,92), indicando que muitos dos genes que atuam sobre uma das características atuam também sobre a outra. Em virtude da correlação entre PE e efeito materno, a seleção direta para PE poderia trazer resposta correlacionada para efeito materno, em decorrência das herdabilidades elevadas estimadas e da alta correlação entre essas características.

Entretanto, ALENCAR et al. (1993) observaram que o ganho de perímetro escrotal dos 12 aos 18 meses de idade, por exemplo, pode apresentar correlações genética e fenotípica negativas com o ganho de peso, indicando que animais sexualmente precoces podem apresentar crescimento testicular reduzido após certa idade, por já terem atingido bom tamanho testicular. Corroborando, ORTIZ PEÑA et al. (2001) sugerem que os genes envolvidos na determinação da velocidade de crescimento, na pré e pós-desmama, estariam pouco relacionados com os que expressam a precocidade sexual das três maneiras mensuradas no trabalho (PE; PEi; PEip). Além disso, os animais com maiores DEPs para PEip não necessariamente seriam os de maiores taxas de crescimento. Menor grau de associação genética entre as características de precocidade sexual e de crescimento poderia permitir, dependendo do objetivo de seleção, maior ênfase seletiva na precocidade sexual, sem elevar, em demasia, a taxa de crescimento e o tamanho adulto das vacas de cria.

BOURDON e BRINKS (1986) e LUNSTRA et al. (1988), SMITH et al. (1989b) descrevem que, à idade constante, as correlações genéticas e fenotípicas entre características de crescimento e testiculares em touros de um ano foram geralmente positivas, porém, relativamente baixas. Essas correlações favoráveis,

baixas ou até mesmo negativas, com o peso corporal (0,08), indicam que o tamanho testicular e o peso corporal são independentes. Porém, são positivas com peso a desmama (0,56) e peso ao ano (0,63), indicando que pode haver mudança na curva de crescimento quando se faz seleção para características como PE.

Com relação à precocidade sexual, VARGAS et al. (1998) registraram relação genética favorável (-0,32) entre perímetro escrotal em touros jovens e idade à puberdade (idade ao primeiro estro ovulatório) em fêmeas da raça Brahman, criados em condições subtropical. Os autores evidenciaram que a seleção de touros para maior altura do posterior não afetaria adversamente o perímetro escrotal, porém prejudicaria a idade à puberdade das fêmeas, já que fêmeas maiores tem grandes exigências nutricionais e maiores pesos à idade adulta, e, em condições nutricionais médias têm a idade à maturidade atrasada.

Adicionalmente, PEREIRA et al. (1998) registraram correlações genéticas favoráveis do PE com idade ao primeiro parto, dias para o parto e duração da gestação de -0,22, -0,04 e -0,04, respectivamente, e desfavorável, com intervalo de partos (0,10). Já TOELLE e ROBISON (1985), relataram que 75% ou mais de correlação entre mensuração testicular com taxa de prenhez, idade à primeira monta e idade ao parto foram em direção favorável.

GRESSLER et al. (1998) observaram correlações genéticas favoráveis entre perímetro escrotal aos 12 meses de idade e data do primeiro parto (-0,08) e desfavoráveis entre perímetro escrotal aos 18 meses de idade e data do primeiro parto (0,21), indicando que a seleção de animais com maior perímetro escrotal aos 12 meses de idade estaria associada à escolha de animais que apresentassem maiores níveis de hormônios gonadotrópicos, culminando com a puberdade, início de atividade reprodutiva de machos e fêmeas, concepções mais precoces na primeira estação de monta e antecipação das datas do primeiro parto. Corroborando, PEREIRA (1999) salienta que, aos 18 meses de idade, a maioria dos tourinhos já estaria em período pós-púbere e a seleção praticada para maiores perímetros escrotais nessa idade estaria associada a maiores pesos corporais e não à maior precocidade reprodutiva em ambientes tropicais.

2.4. Características categóricas ou modelo de limiar

BERGMANN (1998) relata que a reprodução é um processo complexo e que a seleção direta para características ligadas à reprodução é, muitas vezes, de difícil aplicação, tornando-se necessário a identificação de características reprodutivas de fácil mensuração, que apresentem variabilidade genética e que sejam geneticamente correlacionadas aos eventos reprodutivos. Alguns autores sugeriam que as mensurações diretas da fertilidade eram pouco herdáveis (CARDELLINO e ROVIRA, 1983; KOOTIS et al., 1994; PEREIRA, 1999). No entanto, SMITH et al. (1989a) salientaram que características indicadoras poderiam ser mais efetivas para seleção da fertilidade do rebanho que a mensuração direta da fertilidade no animal.

FALCONER (1989) ressalta que algumas características podem variar de maneira descontínua. O conceito de limiar, utilizado nos métodos não lineares, envolve uma característica não observável subjacente em escala contínua. A expressão fenotípica da característica se dá por meio de categorias fenotípicas discretas, relacionadas com limites (limiares) na característica subjacente SILVA (2001). FALCONER (1989) relata que a variável em questão pode ser uma composição de vários fatores fisiológicos, que podem ou não convergir numa condição ou classe fenotípica, sendo desnecessário o conhecimento de quanto ou de como cada um deles pode influenciar no aparecimento da classe.

Características com duas classes fenotípicas apresentam somente um limiar que as separa. Fenotipicamente, os indivíduos têm somente dois possíveis valores, que podem ser designados como 0 para normal e 1 para afetado. A população pode apresentar qualquer valor em percentagem ou proporção de indivíduos afetados pela característica (FALCONER, 1989). EVANS et al. (1999) e ELER et al. (2002a), citando Snelling et al. (1995), mencionaram que a utilização de metodologias mais apropriadas para a mensuração direta da fertilidade resulta em melhores estimações de componentes de variância, e, com isso, maiores valores de herdabilidade para dados categóricos.

REVERTER et al. (1994), SNELLING (1995) e SILVA (2001) mencionam que o método \Re tem propriedades desejáveis na estimação de componentes de variância, como a convergência que pode ser obtida com poucas interações, a facilidade computacional, que possibilita o trabalho com grandes conjuntos de dados, a geração de um conjunto de componentes de variância em virtudes das várias repetições com sub-

amostras, para obtenção da estimativa média e do erro-padrão dos componentes de variância.

FALCONER (1989) relata que a seleção familiar para características limiares (threshold) é mais efetiva que a seleção individual, especialmente quando a incidência é baixa, pois um fenótipo individual, na escala de confiabilidade, é muito imprecisamente conhecido a partir de seu status fenotípico como desejável ou não, logo a confiabilidade média de uma família é muito mais precisamente conhecida a partir da proporção dos indivíduos com a característica fenotípica desejada.

2.5. Perímetro escrotal

Para alcançar avanço genético e melhor controle do rebanho, PINTO et al. (1989) relatam que é de grande importância que o pecuarista esteja conscientizado de que algumas medidas de avaliação de fertilidade são realmente necessárias antes de se iniciar um programa de acasalamento. Por outro lado, também é necessário que estas práticas possam ser facilmente introduzidas dentro do manejo de uma fazenda de criação.

De acordo com MIES FILHO et al. (1981), a avaliação física dos testículos, mediante aplicação de critérios diversos de mensuração, sempre visando uma previsão do potencial de produção de sêmen do touro, é a forma mais indicada.

O PE é mensurado de forma simples e acurada, além de ter alta repetibilidade entre técnicos diferentes (HAHN et al., 1969; MIES FILHO et al., 1981; LUNSTRA et al., 1988), justificando assim, sua utilização. Outras vantagens do uso de PE são suas correlações positivas com produção de sêmen, fertilidade e peso corporal, apresentando média a alta herdabilidade (PINTO et al., 1989; PEREIRA, 1999; JIMÉNEZ-SEVERIANO, 2002).

Na tentativa de se utilizar o PE com a característica preditora do potencial reprodutivo, Coulter (1982), citado por CORAH et al. (1994), reportou aumento na probabilidade de um touro ter qualidade seminal aceitável com o aumento do perímetro escrotal. Somente 13% dos touros com perímetro abaixo de 32 cm tiveram qualidade seminal satisfatória, enquanto que 88% dos animais com qualidade seminal satisfatória apresentaram perímetro escrotal entre 32 e 38cm. Adicionalmente, COE e GIBSON (1993) verificaram que perímetros escrotais

pequenos foram o principal fator para baixos escores entre touros que falharam em alcançar valor satisfatório no Breeding Soundness Evaluation (BSE). No intuito de acelerar o progresso na seleção de touros para maiores PE's, os autores delinearam um estudo com 264 animais *Bos taurus taurus* em que verificaram o valor do PE aos 200 dias de idade, o que serviu como parâmetro para obtenção do valor de 34 cm de PE ao 1º ano de idade (referência para a máxima pontuação no BSE, de acordo com tabela recomendada pela Society for Theriogenology). Os animais que apresentaram PE maior que 23 cm aos 200 dias de idade tinham 95% de probabilidade de apresentarem PE maior que 34 cm aos 365 dias. Já os que apresentaram PE menor que 23 cm aos 200 dias apresentaram apenas 54% de probabilidade de alcançarem PE maior que 34 cm aos 365 dias.

MAKARECHIAN e FARID (1985) concluíram, em estudo com animais *Bos taurus taurus*, que PE, escores do sistema reprodutivo e, em menor grau, o teste de libido, podem ser úteis ao se predizer a fertilidade em regime de monta natural de touros múltiplos, porém nenhuma das características pode ser considerada como preditora totalmente confiável da fertilidade do touro.

PIMENTEL et al. (1984) relatam que o maior interesse em se estimar a normalidade de desenvolvimento testicular é em touros antes dos 24 meses de idade, por ser este o período que antecede ou coincide com sua utilização na atividade reprodutiva. COE e GIBSON (1993), em estudos com animais *Bos taurus taurus*, concluíram que a mensuração do perímetro escrotal na desmama oferece uma maneira barata e prática de se predizer o tamanho testicular aos 365 dias de idade. PANETO et al. (2002), em *Bos taurus indicus*, relatam que aqueles que atingem a proximidade da maturidade sexual mais cedo tendem a apresentar bom crescimento testicular até os 12 meses de idade e crescimento testicular reduzido após esse período. De acordo com BERGMANN (1998) estudos relacionados à curva de crescimento testicular de animais de raças européias, criados em regiões temperadas, indicam que uma única medição aos 365 dias de idade é suficiente para avaliação do desenvolvimento testicular. Tais observações estão de acordo com HAHN et al. (1969), que salientaram que touros com desenvolvimento testicular subnormal podem ser identificados em idades precoces, graças à alta correlação entre PE's em anos consecutivos (0,91).

O crescimento do PE apresenta um comportamento curvilíneo em função da idade (HAHN et al., 1969; PIMENTEL et al., 1984; WILDEUS, 1993; JIMÉNEZ-

SEVERIANO, 2002), tal como acontece com o restante do corpo animal: os testículos crescem demonstrando um comportamento sigmóide em função da idade, com fase inicial lenta, seguida de pique coincidente com a puberdade e, posteriormente, crescimento mais lento até estacionar na idade adulta (COULTER et al., 1975; BOURDON E BRINKS, 1986). QUIRINO et al. (1999), ao descreverem a curva de crescimento do perímetro escrotal de animais da raça Nelore, encontraram ponto de inflexão (máximo crescimento) aos 13,09 meses de idade. Segundo os autores, tal fato evidenciaria o maior crescimento do parênquima testicular, que ocorre próximo aos 12 meses de idade, sugerindo o início do período pré-pubere. ALENCAR et al. (1993) verificaram que animais sexualmente precoces podem apresentar crescimento testicular reduzido após certa idade, por já terem atingido bom tamanho testicular.

MIES FILHO et al. (1981) observaram que a correlação entre idade e perímetro escrotal foi sempre significativa, variando de 0,89 a 0,99 de modo que PIMENTEL et al. (1984) ressaltam que a idade tem sido a variável independente mais empregada para o estabelecimento de padrões de desenvolvimento testicular.

Adicionalmente, alguns autores observaram que PE está mais relacionado a peso corporal que à idade do animal (WILLET e OHMS, 1957; HAHN et al., 1969; OYEDIPE et al., 1981; PIMENTEL et al., 1984; BOURDON e BRINKS, 1986; PINTO et al., 1989; WILDEUS, 1993) e JIMÉNEZ-SEVERIANO (2002), não encontrando diferenças entre a relação do PE com idade ou com peso corporal.

Corroborando com os autores, SCHRAMM et al. (1989) não respaldaram a hipótese de que quanto mais alto o animal, menor é seu PE. Ao contrário, os autores registraram que tanto altura quanto peso corporal estavam correlacionados positivamente com PE. Da mesma forma, VARGAS et al. (1998), trabalhando com gado da raça Brahma, encontraram associação genética positiva entre PE e altura do posterior. Porém, ao contrário do descrito anteriormente, CARTER et al. (1980) verificaram que o peso vivo aos 400 dias de idade não era bom indicador do desenvolvimento escrotal.

O PE está favoravelmente relacionado às mensurações de fertilidade e produtividade nas fêmeas e à idade à puberdade das filhas e novilhas meio-irmãs do touro (TOELLE e ROBISON, 1985; SMITH et al., 1989a). TOELLE e ROBISON (1985) sugeriram que a seleção sobre o crescimento testicular, feita com duas mensurações em idades diferentes, pode ser mais eficiente para melhorar a

reprodução das fêmeas que a seleção com uma mensuração feita ao 365 dias de idade. BRINKS (1994) demonstra matematicamente que, para cada centímetro de superioridade dos reprodutores sobre a média da população, pode-se esperar 0,25 cm de aumento no PE dos filhos e 3,86 dias a menos para o início da puberdade das filhas.

Tão importante é esta informação que a Associação Brasileira de Criadores de Zebu segue uma tabela de mensurações que inclui o PE como parâmetro para avaliação dos animais inscritos nas provas de julgamento (JOSAHKIAN, 2000). BERGMANN (1993) ressalta que o PE dos touros jovens está incluído nos programas de avaliação genética de várias raças de gado de corte em países de pecuária mais avançada.

Há vários estudos sobre PE em diferentes idades, tanto em *Bos taurus taurus* como em *Bos taurus indicus* (GODINHO, 1970; MIES FILHO et al., 1981; GUIMARÃES, 1993). Porém, foram feitos quando se iniciava a propagação dos programas de melhoramento dos rebanhos brasileiros. Por isso, novos trabalhos de mensuração do PE de rebanhos de elite, ou seja, aqueles difusores de genética, podem revelar o grande avanço genético alcançado com a implementação de programas de seleção baseados no PE.

O PE, associado a outras medidas de fertilidade, como tamanho e consistência dos testículos, capacidade de serviço e características quali-quantitativas do sêmen, é básico para o direcionamento de novos rumos seletivos dos reprodutores e de sua progênie (PEREIRA, 1999).

Alguns fatores influenciam o PE. Um deles é idade da mãe ao parto, altamente significativo nas avaliações de características ligadas ao peso à desmama até um ano (SMITH et al., 1989a) e tamanho testicular ao 1º ano de idade (LUNSTRA et al., 1988). Por isso, alguns autores desenvolveram um coeficiente de correção para efeito da idade da mãe sobre PE (BOURDON e BRINKS, 1986; LUNSTRA et al., 1988).

Entretanto, PINTO et al. (1989) relatam que a morfologia dos testículos diferem entre *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus*. Da mesma forma, FIELDS et al. (1979), WILDEUS e ENTWISTLE (1982), WILDEUS (1993) observaram que touros *Bos taurus indicus* tem menores perímetro escrotal, peso testicular, além de reduzida reserva espermática, quando comparados com touros *Bos taurus taurus*. Em

geral, há tendências das raças zebuínas apresentarem mensurações testiculares menores que as observadas nos taurinos (PEREIRA, 1999).

BAILEY et al. (1996) verificaram que a predição da produção espermática pode ser dependente de fatores outros que o perímetro escrotal, tais como volume e peso testiculares. Embora os autores tenham observado que PE's maiores que a média têm tipicamente sido relacionados à maiores pesos e volumes testiculares, e à maiores produções espermáticas diárias, os efeitos da variação normal do formato testicular na produção espermática não têm sido avaliados.

UNANIAN et al. (2000) descreve que, apesar das grandes diferenças quanto à fórmula matemática usada para estimar o volume testicular, devido à variação dos formatos testiculares, a mensuração testicular bidimensional (comprimento e largura) relatada por BAILEY et al. (1996), pode ser mais acurada que a mensuração unidimensional (perímetro escrotal) como forma de predição de peso e volume testicular *in vivo*.

VASCONCELOS (2001) constatou que o PE apresentou altas correlações com características biométricas testiculares, como comprimento (0,44 e 0,50) e largura (0,60 e 0,73) testiculares e volume testicular (0,73). Concluiu que, devido às altas correlações entre PE e medidas de biometria testicular, pode-se utilizar apenas o PE como característica biométrica em programas de seleção.

BAILEY et al. (1996) classificaram os touros de acordo com o formato testicular, sendo este determinado conforme a razão entre largura e comprimento. As classes de formato testicular foram normal-ovóide (1,61:1), longo-ovóide (1,81:1) e esférico (1,32:1). Já UNANIAN et al. (2000), VASCONCELOS (2001) e DIAS (2004), adotando os mesmos procedimentos, distribuíram os formatos testiculares em cinco classes - longo, longo-moderado, longo-oval, oval-esférico e esférico -, registrando em animais da raça Nelore maiores frequências (91,36%) de formatos testiculares alongados, distribuídos em longo (27,16%) e longo-moderado (64,20%). O autor não encontrou o formato testicular oval-esférico no grupo de animais do experimento.

BAILEY et al. (1998) observaram que a fórmula da esfera alongada tem um coeficiente de correlação de 0,8928 (r^2) para predição do volume testicular *in vivo* a partir das medidas como comprimento e largura dos testículos. Os autores registraram correlação de 0,9776 entre volume e peso testicular. Uma modificação da

fórmula da esfera alongada utilizada pelos autores para predizer o peso testicular apresentou r^2 de 0,9084.

BAILEY et al. (1996) sugerem que touros com menores PE's (em relação à média da população) e testículos com formato longo-oval podem apresentar maior volume e, ou peso testicular, ao passo que touros com formato testicular oval-esférico podem apresentar produção espermática comparável. Os mesmos autores confirmaram esta hipótese num trabalho com 27 touros com idade variando de 5 a 10 anos da raça Holstein, e não se encontraram razões claras que expliquem a menor produção espermática em touros com testículos de formato esférico em relação a touros com testículos de formato longo ovóide. Porém, sugeriram a existência de uma relação entre a área superficial dos testículos e a capacidade termorregulatória em cada formato testicular. Os autores, usando a fórmula da área superficial da esfera alongada, relataram que os testículos com formato mais alongado teriam maior área superficial e, com isso, uma melhor arquitetura vascular (menos compacta), facilitando a troca de calor com o meio, o que seria ótimo para a espermatogênese.

2.6. Puberdade e maturidade sexual

O conhecimento dos eventos relacionados ao processo de puberdade e a utilização da idade à puberdade como ponto de referência pode facilitar a compreensão do desenvolvimento reprodutivo dos tourinhos (KILLIAN e AMANN, 1972), propiciando a seleção de animais mais precoces no seu desenvolvimento reprodutivo. Alguns autores, como LUNSTRA et al. (1988) adotaram o PE ao ano de idade como mensuração ao predizerem a idade à puberdade em gado de corte.

São várias as definições de puberdade no macho existentes na literatura científica. Uma delas é a usada por HIORT (2002), em que afirma que o início normal da puberdade no macho começa com o aumento dos testículos e pênis. ORTIZ PEÑA et al. (2001), citando Vieira et al. (1988), e SILVA et al. (1993) mencionaram que o crescimento mais intenso dos testículos ocorre em idades mais próximas à puberdade. PEREIRA (1999) resume em três os fatores que caracterizam a puberdade nos machos: a) presença da libido ou desejo pela fêmea; b) produção de espermatozóides em quantidade e qualidade satisfatórias; c) desenvolvimento dos órgãos sexuais primários que possibilitam a cópula.

Nas condições extensivas de criação, em que o animal está sujeito às mais variadas condições ambientais (principalmente quanto à disponibilidade de alimento) a ocorrência da puberdade e da maturidade sexual não pode ser verificada uniformemente em relação à idade (PIMENTEL et al. 1984). A puberdade e a maturidade sexual podem variar em função da raça, das condições nutricionais e climáticas e com a própria individualidade. Do ponto de vista genético, animais que apresentam maior velocidade de crescimento, avaliados pelos pesos e ganhos de peso, tendem a alcançar a puberdade mais precocemente. Há, portanto, correlação genética negativa entre pesos e ganhos de peso e a puberdade, sinalizando que parte considerável dos genes que determinam maior peso ou ganho de peso provocam, igualmente, redução da idade à puberdade (PEREIRA, 1999).

IGBOELI e RAKHA (1971) definiram a puberdade em *Bos taurus indicus* (Angoni-Short Horn Zebu) como a idade na qual aparecem os primeiros espermatozóides nos epidídimos, em que a luminização dos túbulos seminíferos, iniciação da espermatogênese e aumento da frutose da vesícula seminal parecem estar relacionados à mudanças na síntese e liberação das gonadotropinas pituitárias, entre os 7 e 9 meses, culminando com a puberdade aos 11 meses de idade. Da mesma forma, AIRE e AKPOKODJE (1975) verificaram os primeiros espermatozóides no epidídimo em *Bos taurus indicus* aos 15 meses de idade, considerando o evento como idade à puberdade (White Fulani).

HIORT (2002) descreve que a puberdade é iniciada por pulsos de secreção de GnRH dos neurônios hipotalâmicos, que estimulam correspondentes pulsos de liberação de hormônio luteinizante (LH) na hipófise anterior. A concentração elevada de LH leva à estimulação das células de Leydig e, conseqüentemente, à secreção de testosterona.

Hormônio luteinizante (LH) e folículo estimulante (FSH) são necessários ao desenvolvimento e à manutenção da função testicular. O LH regula a produção de esteróides pelo controle metabólico das atividades nas células envolvidas na esteroidogênese. No entanto, ele também pode controlar o tamanho da população de células de Leydig controlando sua proliferação e diferenciação (HIORT, 2002). MACKINNON et al. (1990) afirma que existe suporte na literatura suficiente para se concluir que os fatores hormonais que promovem o desenvolvimento testicular inicial nos machos são os mesmos que promovem o desenvolvimento ovariano

inicial nas fêmeas, e que a seleção para a puberdade precoce em um sexo resultará em associada redução da idade à puberdade do outro.

A definição mais ampla de puberdade envolvendo a maioria das transformações sofridas pelos animais em torno deste fenômeno fisiológico é a de WOLF et al. (1965), em que definem como o momento no qual o animal apresenta um ejaculado com pelo menos 50×10^6 espermatozoides e o mínimo de 10% de motilidade progressiva. Vários autores, como ALMQUIST e CUNNINGHAM (1967), KILLIAN e AMANN (1972), OYEDIPE et al. (1981) e GUIMARÃES (1993) respaldaram essa definição, utilizando-a em seus trabalhos.

IGBOELI e RAKHA (1971), OYEDIPE et al. (1981) e WILDEUS (1993) consideram que animais *Bos taurus indicus* atingem a idade à puberdade mais tardiamente que animais *Bos taurus taurus*. BERGMANN (1998), por sua vez, ressalta que existem evidências na literatura de que a puberdade de machos da raça Nelore, em condições nutricionais adequadas, ocorra próximo ao primeiro ano de idade.

A seqüência dos eventos que culminam na puberdade é a mesma entre *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* (GUIMARÃES, 1993). KILLIAN e AMANN (1972), OYEDIPE et al. (1981) e LUNSTRA e ECHTERNKAMP (1982) relatam que existem diferenças entre o momento da idade à puberdade e maturidade em animais *Bos taurus indicus* e *Bos taurus taurus* de mesma raça ou de raças diferentes, demonstrando que o surgimento da puberdade está mais relacionado com o desenvolvimento individual do animal que com a idade ou peso corporal isoladamente. No entanto, há intervalo médio de quatro semanas da produção dos primeiros espermatozoides à puberdade (LUNSTRA e ECHTERNKAMP, 1982; FRENAU, 1991; GUIMARÃES, 1993).

KILLIAN e AMANN (1972) verificaram, em animais da raça Holstein, que os primeiros espermatozoides no ejaculado foram observados em tourinhos com a média de idade de $36,3 \pm 3,1$ semanas e a idade à puberdade se estabeleceu por volta das $41,1 \pm 4,1$ semanas de idade. Já LUNSTRA e ECHTERNKAMP (1982) observaram os primeiros espermatozoides no ejaculado por volta dos 13 meses (52 semanas) em *Bos taurus taurus*. Já ALMQUIST e CUNNINGHAM (1967) registraram idade à puberdade de 44 ± 1 semanas em *Bos taurus taurus*, enquanto que WOLF et al. (1965), de 45 ± 1 semanas e JIMÉNEZ-SEVERIANO (2002) de $45,4 \pm 1,2$ semanas de idade. Com relação às raças indianas no Brasil, GODINHO

(1970) estabeleceu, em animais da raça Gir (*Bos taurus indicus*), a partir de coletas feitas com eletro-ejaculador, que os primeiros espermatozóides no ejaculado surgiram por volta de 60 semanas de idade. Já GUIMARÃES (1993) em animais da mesma raça, verificou os primeiros espermatozóides no ejaculado aos 12 meses e a idade à puberdade aos 15 meses de idade.

ALMQUIST e CUNNINGHAM (1967) demonstraram que houve aumento da motilidade espermática progressiva de 4 a 20 semanas após puberdade, considerando-se os dados de motilidade até 60 semanas pós-puberdade. Os autores verificaram ainda motilidade espermática em torno de 50% e concentração média de 1×10^9 espermatozóides por mL, como parâmetros físicos do sêmen à maturidade sexual em bovinos.

Em termos de patologia espermática, o Colégio Brasileiro de Reprodução Animal considera que um animal atingiu a maturidade espermática quando o sêmen apresenta, no máximo, 30% de defeitos totais e 20% de defeitos maiores (CBRA, 1998).

FIELDS et al. (1979) avaliaram características seminais e volume testicular e concluíram que animais da sub-espécie *Bos taurus indicus* alcançaram a maturidade mais tardiamente que animais da sub-espécie *Bos taurus taurus*. KILLIAN e AMANN, (1972) e LUNSTRA e ECHTERNKAMP (1982) demonstraram que as características seminais dos animais tiveram grande incremento até 20 semanas após a puberdade e se estabilizaram por volta de 20 a 30 semanas após a puberdade, atingindo valores similares aos observados em animais adultos.

Assim como ocorre o desenvolvimento somático, há a evolução das características seminais e morfológicas (LUNSTRA e ECHTERNKAMP, 1982; FRENAU, 1991; GUIMARÃES, 1993). Os autores acima demonstraram uma diminuição no total de patologias espermáticas da puberdade até maturidade sexual, até que elas alcançassem níveis compatíveis com a fertilidade (BLOM, 1983; CBRA, 1998). Constataram também melhora significativa em características seminais, como volume, vigor espermático, turbilhonamento, motilidade espermática progressiva e concentração espermática.

A fase puberal é caracterizada por um elevado número de anomalias espermáticas, normalmente sem padrão definido (GUIMARÃES, 1993). BARTH e OKO (1989) relatam que touros jovens apresentam alta incidência de anormalidades de cabeça e de gota proximal. O mesmo comportamento foi descrito, mais

profundamente, por GUIMARÃES (1993) em animais da raça Gir, e FRENAU (1991), em animais da raça Holstein e seus mestiços.

Por isso, o conhecimento das características seminais de touros jovens da raça Nelore, que perfazem a maioria do rebanho de corte brasileiro, principalmente entre os 20 e 24 meses de idade, é de grande importância para a pecuária de corte nacional. Conhecer a variação genética das características reprodutivas, para futuramente reconhecer os animais capazes de transmitir esta precocidade reprodutiva, a fim de se reduzir o intervalo entre o nascimento e o momento em que estão aptos à reprodução é, atualmente, um dos grandes desafios.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRE, T. A.; AKPOKODJE, J. U. Development of puberty in the White Fulani (*Bos indicus*) bull calf. **British Veterinary Journal**. v.131, n.2, p.146 - 151, 1975.
- ALENCAR, M. M.; BARBOSA, P. F.; BARBOSA, R. T. et al. Parâmetros genéticos para peso e circunferência escrotal em touros da raça Canchim. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, 572-583, 1993.
- ALMQUIST, J. O.; CUNNINGHAM, D. C. Reproductive capacity of beef bulls. I. Postpuberal changes in semen production at different ejaculation frequencies. **Journal of Animal Science**. v.26, n.1, p.174 - 181, 1967.
- ANUALPEC, 2002. Anuário Estatístico da Produção Animal. São Paulo: FNP, 2002.
- ASBIA - Manual de Inseminação Artificial - Edição 2003. 51p., 2003. <http://www.asbia.org.br/>
- 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.
- BAILEY, T. L.; HUDSON, R. S.; POWE, T. A.; RIDDELL, M. G.; WOLFE, D. F.; CARSON, R. L. Caliper and ultrasonographic measurement of bovine testicles and mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. **Theriogenology**. v.49, p.581 - 594, 1997.
- BARBOSA. P. F. BOVINOS – Raças puras, novas raças, cruzamentos e compostos de gado de corte. In: **III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal**, 2000,

- Belo Horizonte. Anais do III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, Belo Horizonte: SBMA, p.124 - 125, 2000.
- BARTH, A. D.; OKO, R. J. **Abnormal morphology of bovine spermatozoa**. Ed. Iowa State University Press. 1º ed., 1989.
- BERGMANN, J. A. G. Melhoramento genético da eficiência reprodutiva em bovinos de corte. In: **Congresso Brasileiro de Reprodução Animal**, 10, 1993, Belo Horizonte, **Suplemento**. Belo Horizonte: CBRA, p.70-86, 1993.
- BERGMANN, J. A. G. Indicadores de precocidade sexual em bovinos de corte. In: **Anais do 3º. Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas**. ABCZ - Associação Brasileira dos Criadores de Zebu. 1998. www.abcz.org.br/eventos/anais/1998/145-155.doc
- BERGMANN, J. A. G.; QUIRINO, C. R.; VALE FILHO, V. R.; ANDRADE, V. J.; FONSECA, C. G. Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares e características espermáticas em touros Nelore. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** v.5, Supl.1, p.473 - 475, 1997.
- BLOM, E. Pathological conditions in the genital organs and in semen as ground for rejection of breeding bulls for import or export to and from Denmark, 1958 - 1982. **Nord. Vet. Med.**, v.35, p.105 - 130, 1983.
- BOCCHI, A. L. Avaliação genética. In: Curso on-line: Melhoramento genético – Teoria e prática-módulo 4, 2003, Agripoint. <http://www.agripoint.com.br>.
- BOURDON, R. M.; BRINKS, J. S. Scrotal circumference in yearling Hereford bulls: adjustment factors, heritabilities and genetic, environmental and phenotypic relationships with growth traits. **Journal of Animal Science**. v.62, p.958 - 967, 1986.
- BRINKS, J. S. Heritability of fertility components in beef bulls. **A. I. Digest**. v.20, n.10, p.6 - 7, 1972.
- BRINKS, J. S. **Relationships of scrotal circumference to puberty and subsequent reproductive performance in male and female offspring**. In: Fields, M. J.; Sand, R. S. factors affecting calf crop. Boca Raton: CRC Press, p.363 - 370, 1994.
- CARDELLINO, R.; ROVIRA, J. Mejoramiento genético animal. 1ª ED. Editora Agropecuaria Hemisferio Sur S. R. L. 253p., 1983.

- CARTER, A. P.; WOOD, P. D. P.; WRIGHT, P. A. Association between scrotal circumference, live weight and sperm output in cattle. **Journal of Reproduction & Fertility**. Ltd, v.59, p.447 - 451, 1980.
- CBRA - COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 2ª. Edição. Belo Horizonte – MG, 49p., 1998.
- COE, P. H.; GIBSON, C. D. Adjusted 200-day scrotal size as a predictor of 365-day scrotal circumference. **Theriogenology**, v.40, p.1065 - 1072, 1993.
- CORAH, L. R.; RITCHIE, H.; SELK, G. The reproductive and nutritional management of beef bulls. In: **Beef Cattle Handbook** – Product of Extension Beef Cattle Resource Committee, n.2030, p.1 - 5, 1994.
- COULTER, G. H.; LARSON, L. L.; FOOTE, R. H. Effect of age on testicular growth and consistency of Holstein and Angus bulls. **Journal of Animal Science**, v.41, n.5, p.1383 - 1389, 1975.
- DIAS, J. C. **Aspectos andrológicos, biometria testicular e parâmetros genéticos de características reprodutivas de touros nelore, de dois e três anos de idade, criados extensivamente no Mato Grosso do Sul**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte - MG, 54p., 2004.
- DOYLE, S. P.; GREEN, R. D.; GOLDEN, B. L.; MATHIEWS, G. L.; COMSTOCK, C. R.; LEFEVER, D. G.; Genetic parameter estimates for heifer pregnancy rate and subsequent rebreeding rate in Angus cattle. **Journal of Animal Science**. v.74, Supply.1, Abstract 117, 1996.
- DUCROCQ, V.; HUMBLLOT, P. Genetic characteristics and evolution of semen production of young Normande bulls. **Livestock Production Science**, v.41, p.1 - 10, 1995.
- ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; SILVA, P. R. Parâmetros genéticos para peso, avaliação visual e circunferência escrotal na raça Nelore, estimados por modelo animal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.48, p.203 - 213, 1996.
- ELER, J. P.; DIAS, F.; FERRAZ, J. B. S. Precocidade sexual em zebuínos – do mito à realidade. In: **5º Congresso Brasileiro de Raças Zebuínas** – Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ), Uberaba – Minas Gerais, p.205 - 211, 2002a.

- ELER, J. P.; SILVA, J. A. II V.; EVANS, J. L.; FERRAZ, J. B. S.; DIAS, F.; GOLDEN, B. L. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nelore cattle. In: **Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**, v.30, p.697 - 700, 2002b.
- ELER, J. P.; SILVA, J. A. II V.; FERRAZ, J. B. S.; DIAS, F.; OLIVEIRA, H. N.; EVANS, J. L.; GOLDEN, B. L. Genetic evaluation of the probability of pregnancy at 14 months for Nelore heifers. **Journal of Animal Science**. v.80, p.951 - 954, 2002c.
- EVANS, J. L.; GOLDEN, B. L.; BOURDON, R. M.; LONG, K. L. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. **Journal of Animal Science**. v.77, p.2621 - 2628, 1999.
- EVERLING, D. M.; FERREIRA, G. B. B.; PAULO RORATO, P. N.; ROSO, M. V.; MARION, A. E.; FERNANDES, H. D. Estimativas de Herdabilidade e Correlação Genética para Características de Crescimento na Fase de Pré-desmama e Medidas de Perímetro Escrotal ao Sobreano em Bovinos Angus-Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.6, 2001.
- EVERLING, D. M.; FERREIRA, G. B. B.; RORATO, P. R. N.; MARION, A. E.; ROSO, V. M. Estimativas de parâmetros genéticos para características produtivas em bovinos Angus, utilizando um modelo animal multivariado. In: **Simpósio Nacional de Melhoramento Animal**, 3, 2000, Belo Horizonte. Anais do III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, Belo Horizonte: SBMA, p.449 - 451, 2000.
- FALCONER, D. S. Introduction to Quantitative Genetics. Third Edition (3^a). Editor Longman Scientific & Technical, 438 p., 1989, ISBN 0-582-016428.
- FIELDS, M. J.; BURNS, W. C.; WARNICK, A. C. Age, season and breed effect on testicular volume and semen traits in young beef bulls. **Journal of Animal Science**. v.48, n.6, p.1299 - 1304, 1979.
- FILHO, R. M.; LÔBO, R. B. Estimates of genetic correlations between sire scrotal circumference and offspring age at first calving in Nelore cattle. **Revista Brasileira de Genética**. (Short Communication), v.14, n.1, p.209 - 212, 1991.
- FORNI, S. Princípios de Seleção. In: Cursos on-line: Melhoramento gamético – Teoria e prática-módulo 2, 2003: Agripoint: <http://www.agripoint.com.br>

- FRENAU, G. E. **Desenvolvimento reprodutivo de tourinhos holandeses - PO e mestiços F1 Holandês – Gir desde os seis até os 21 meses de idade (puberdade e pós-puberdade)**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte - MG, 194p., 1991.
- GIPSON, T. A.; VOGT, D. W.; ELLERSIECK, M. R.; MASSEY, J. W. Genetic and phenotypic parameter estimates for scrotal circumference and semen traits in young beef bulls. **Theriogenology**. v.28. n.5, p.547 - 555, 1987.
- GODINHO, H. P. Puberdade em bovinos Gir estimados pela análise do sêmen. **Arquivo da Escola de Veterinária**. v.XXII, p.165 - 169, 1970.
- GOLDEN, B. L.; GARRICK, D. J.; NEWMAN, S.; ENNS, R. M. Economically relevant traits a framework for the next generation of EPDs. In: **Beef Breeding and Genetic Improvement Research - Beef New Zealand**, 2001. <http://www.beef.org.nz/research/breeding/beefert.pdf>
- GRESSLER, S. L. **Estudo de fatores de ambiente e parâmetros genéticos de algumas características reprodutivas em animais da raça Nelore**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte - MG, 149p., 1998.
- GUIMARÃES, J. D. **Puberdade e maturidade sexual em touros da raça Gir criados em condições semi-extensivas**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte - MG, 85p., 1993.
- HAHN, J.; FOOTE, R. H.; SEIDEL JR., G. E. Testicular growth and related sperm output in dairy bulls. **Journal of Animal Science**. v.29, p.41 - 47, 1969.
- HIORT, O. Androgens and puberty. **Best Practice & Research Clinical Endocrinology and Metabolism**, v.16, n.1, p.31 - 41, 2002. <http://www.idealibrary.com>
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. In: **Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) 1990 a 2002**, SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática: Quantidade de Animais - Unidades, 2004. <http://www.ibge.org.br>
- IGBOELI, G.; RAKHA, A. M. Puberty and related phenomena in Agoni (Short Horn Zebu) bulls. **Journal of Animal Science**, v.33, n.3, p.647 - 650, 1971.
- JIMÉNEZ-SEVERIANO, H. Sexual development of dairy bulls in the Mexican tropics. **Theriogenology**, v.58, p.921 - 932, 2002.
- JOSAHKIAN, L. A. Programa de melhoramento genético das raças zebuínas. In: **III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal**, 2000, Belo Horizonte. Anais do

- III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, Belo Horizonte: SBMA, 2000, p.76 - 92.
- KILLIAN, G. J.; AMANN, R. P. Reproductive capacity of dairy bulls. IX. Changes in reproductive organ weights and semen characteristics of Holstein bulls during the first thirty weeks after puberty. **Journal of Dairy Science**. v.55, n.11, p.1631 - 1635, 1972.
- KNIGHTS, S. A.; BAKER, R. L.; GIANOLA, D.; GIBB, J. B. Estimates of heritabilities and of genetic and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus bulls. **Journal of Animal Science**. v.58, n.4, 1984.
- KOOTS, K. R.; GIBSON, J. P.; SMITH, C.; WILTON, J. W. Analysis of published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability. **Anim. Breed. Abstr.** v.62, p.309 - 338, 1994.
- LÔBO, R. N. B. Genetic parameters for reproductive traits of zebu cows in the semi-arid region of Brazil. **Livestock Production Science**, v.55, p.245 - 248, 1998.
- LUNSTRA, D. D.; ECHTERNKAMP, S. E. Puberty in beef bulls: acrossome morphology and semen quality in bulls of different breeds. **Journal of Animal Science**. v.55, n.3, p.638 - 648, 1982.
- LUNSTRA, D. D.; GREGORY, K. E.; CUNDIFF, L. V. Heritability estimates and adjustment factors for the effects of bull age and age of dam on yearling testicular size in breed of bulls. In: **Theriogenology**. n.1, v.30, p.127 - 136, July, 1988.
- MACKINNON, M. J.; TAYLOR, J. F.; HETZEL, D. J. S. Genetic variation and covariation in beef cow and bull fertility. **Journal of Animal Science**. v.68, p.1208 - 1214, 1990.
- MAKARECHIAN, M.; FARID, A. The relationship between breeding soundness evaluation and fertility of beef bulls under group mating at pasture. **Theriogenology**. v.23, n.6, p.887 - 898, 1985.
- MIES FILHO, A.; PUGA, J. M. P.; JOBIM, M. I. M.; WALD, V. B.; MATOS, S. Biometria testicular em bovino I – relação entre idade e medidas testiculares. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v.IV, n.3 e 4, p.56 - 65, 1981.
- NEELY, J. D.; JOHNSON, B. H.; DILLARD, E. U.; ROBISON, O. W. Genetic parameters for testes size and sperm number in Hereford bulls. **Journal of Animal Science**. v.55, n.5, 1982.

- ORTIZ PEÑA, C. D.; QUEIROZ, S. A.; FRIES, L. A. Comparação entre critérios de seleção de precocidade sexual e a associação destes com características de crescimento em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.1, p.93 - 100, 2001.
- OYEDIPE, E. O.; KUMI-DIAKA, J.; OSERI, D. I. K. Determination of onset of puberty in zebu bulls under tropical conditions of northern Nigeria. **Theriogenology**. v.16, n.4, p.419 - 431, October 1981.
- PANETO, J. C. C.; LEMOS, D. C.; BEZERRA, L. A. F.; FILHO, R. M.; LOBO, R. B. Estudos de características quantitativas de crescimento dos 120 aos 550 dias de idade em gado Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.2, p.668 - 674, 2002.
- PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Correlações genéticas entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.6, p.1676 - 1683, 2000.
- PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; FIGUEIREDO, L. G. G. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça nelore. In: **Congresso Brasileiro de Raças Zebuínas**, n. I, 1998. Anais: I Congresso Brasileiro de Raças Zebuínas, Uberaba - Minas Gerais, 1998.
- PEREIRA, J. C. C. Melhoramento genético aplicado à produção animal – editora F. E. P.-MVZ; 493 p.; Belo Horizonte, 1999.
- PIMENTEL, C. A.; FERREIRA, J. M. M.; MORAES, J. C. F.; CHAGAS, P. R.; AMARAL, C. O.; MEDEIROS, E. L.; BENTO, C. L. R. Desenvolvimento testicular e corporal em touros de corte. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v.8. n.1, p.27 - 33, 1984.
- PINTO, P. A.; SILVA, P. R.; ALBUQUERQUE, L. G.; BEZERRA, L. A. F. Avaliação da biometria testicular e capacidade de monta em bovinos das raças Guzerá e Nelore. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v.13, n.3, p.151 - 156, 1989.
- QUIRINO, C. R. **Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares, características seminais e libido em touros Nelore** – Tese (doutorado); Universidade Federal de Minas Gerais – U.F.M.G. Belo Horizonte – Minas Gerais. 104p., 1999.

- REVERTER, A.; GOLDEN, B.L.; BOURDON, R.M.; BRINKS, J.S. Method R variance components procedure: Application of the simple breeding value model. **Journal of Animal Science**. v.72, p.2247, 1994.
- SALVADOR, D. F. **Perfis andrológicos, de comportamento sexual e desempenho reprodutivo de touros Nelore desafiados com fêmeas em estro sincronizado** – Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte – MG, 53p., 2001.
- SARREIRO, L. C. **Estimativas de herdabilidades e correlações genéticas entre o perímetro escrotal, características seminais e libido de touros da raça nelore**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte – MG, 36p., 2001.
- SCHRAMM, R. D.; OSBORNE, P. I.; THAYNE, W. V.; WAGNER, W. R.; INSKEEP, E. K. Phenotypic relationships of scrotal circumference to frame size and body weight in performance-tested bulls. **Theriogenology**. v.31, n.3, p.495 - 504, 1989.
- SILVA, A. E. D. F.; DODE, M. A. N.; UNANIAN, M. M. **Capacidade reprodutiva do touro de corte: funções, anormalidades e fatores que a influenciam**. Campo Grande: Embrapa – CNPGC. Documento 51, 128p., 1993.
- SILVA, J. A. II V. **Análise genética da habilidade de permanência de fêmeas da raça Nelore**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, Botucatu - SP, 48p., 2001.
- SMITH, B. A.; BRINKS, J. S.; RICHARDSON, G. V. Estimation of genetic parameters among breeding soundness examination components and growth traits in yearling bulls. **Journal of Animal Science**. v.67, p.2892 - 2896, 1989b.
- SMITH, B. A.; BRINKS, J. S.; RICHARDSON, G. V. Relationships of sire scrotal circumference to offspring reproduction and growth. **Journal of Animal Science**. v.67, p.2881 - 2885, 1989a.
- SNELLING, W. M., GOLDEN, B. L., BOURDON, R. M. Within herd genetic analyses of stayability of beef females. **Journal of Animal Science**. v.73, p.993, 1995.
- TOELLE, V. D.; ROBISON, O. W. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. **Journal of Animal Science**. v.60, n.1, p.89 - 100, 1985.

- UNANIAM, M. M.; SILVA, A. E. D. F.; MCMANUS, C.; CARDOSO, E. P. características biométricas testiculares para avaliação dos touros zebuínos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.1, p.136 - 144, 2000.
- VARGAS, C. A.; ELZO, M. A.; CHASE JR., C. C.; CHENOWETH, P. J.; OLSON, T. A. Estimation of genetic parameters for scrotal circumference, age at puberty in heifers and hip height in Brahman cattle. **Journal of Animal Science**. v.76, p.2536 - 2541, 1998.
- VASCONCELOS, C. O. P. **Estádio de maturidade sexual em touros da raça Nelore, dos 20 aos 22 meses de idade**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Viçosa - UFV. Viçosa – MG, 59p., 2001.
- WILDEUS, S. Age-related changes in scrotal circumference, testis size and sperm reserves in bulls of the tropically adapted Senepol breed. **Animal Reproduction Science**. v.32, p.185 - 195, 1993.
- WILDEUS, S.; ENTWISTLE, K. W. Postpubertal changes in gonadal and extragonadal sperm reserves in Bos indicus strains bulls. **Theriogenology**. v.17, p.655 - 667, 1982.
- WILLETT, E. L.; OHMS, J. I. Measurement of testicular size and its relation to production of spermatozoa by bulls. **Journal of Dairy Science**. v.40, p.1559 - 1569, 1957.
- WOLF, F. R.; ALMQUIST, J. O.; HALE, E. B. Prepuberal behavior and puberal characteristics of beef bulls on high nutrient allowance. **Journal of Animal Science**. v.24, n.2, p.761 - 765, 1965.

CAPÍTULO 1

Estádio de Maturação Sexual, Parâmetros Reprodutivos e Ponderais em Touros da Raça Nelore com Média de Idade de 21 meses, Criados Extensivamente.

(Stages of sexual maturity, reproductive and growth parameters of Nelore bulls with mean age of 21 month, raised under pasture conditions).

RESUMO: Foram utilizados 5903 touros da raça Nelore com média de idade de 21 meses submetidos a exame andrológico, entre os anos de 1999 e 2003, a fim de se estimar valores de correlações entre características reprodutivas e ponderais, freqüência do formato testicular e estimação do estágio de maturidade sexual. Os valores médios encontrados para peso ao nascimento ($33,21 \pm 3,40$ kg), à desmama ($209,57 \pm 18,30$ kg) e ao sobreano ($322,59 \pm 30,41$ kg), altura da garupa aos 550 dias ($138 \pm 3,76$ cm) e perímetro escrotal aos 450 dias de idade ($24,47 \pm 2,32$ cm). Na ocasião do exame andrológico, foram registradas as seguintes características: perímetro escrotal ($31,99 \pm 2,23$ cm), comprimentos testiculares esquerdo ($11,21 \pm 0,98$ cm) e direito ($11,26 \pm 0,97$ cm), larguras testiculares esquerda ($5,92 \pm 0,44$) e direita ($5,97 \pm 0,46$ cm), formato testicular, variando de 1 a 5 ($1,72 \pm 0,46$), volume testicular ($632,21 \pm 132,72$ cm³), motilidade espermática progressiva retilínea ($69,56 \pm 12,31\%$), vigor espermático ($2,87 \pm 0,61$) e turbilhonamento espermático ($1,38 \pm 1,08$) e aspecto do ejaculado ($2,72 \pm 0,66$), e morfologia espermática, com defeitos totais ($22,19 \pm 11,13\%$), defeitos maiores ($15,86 \pm 10,45\%$) e menores ($6,33 \pm 5,70\%$), defeitos de cabeça ($9,85 \pm 9,80\%$), peça intermediária ($0,52 \pm 1,36\%$) e cauda ($11,82 \pm 6,97\%$) dos espermatozoides. As freqüências dos formatos testiculares foram longo (30,80%), longo-moderado (66,19%), longo-oval (2,49%), oval-esférico (0,02%) e esférico (0,04%). As correlações entre perímetro escrotal e características reprodutivas e produtivas foram favoráveis. O perímetro escrotal mostrou-se ótima característica para seleção de touros jovens da raça Nelore. A maioria dos touros avaliados (78,33%) da população apresentou-se sexualmente matura aos 21 meses de idade. Houve mudanças nas freqüências do formato testicular em virtude da seleção para aumento do perímetro escrotal nessa população. Palavras-chaves: exame andrológico, Nelore, touros, formato testicular, maturidade sexual.

ABSTRACT: Data of 5903 Nellore bulls with mean age of 21 months submitted to the soundness evaluation among the years from 1999 to 2003 were used to estimate values of correlations among reproductive and productive traits, frequency of the testicular format and estimate sexual maturity stage. The values found for birth weight ($33,21 \pm 3,40$ Kg), weaning weight ($209,57 \pm 18,30$ Kg) and weight at 550 days of age ($322,59 \pm 30,41$ Kg), hip height at 550 days of age ($138 \pm 3,76$ cm), scrotal circumference at 450 days of age ($24,47 \pm 2,32$ cm), scrotal circumference at soundness evaluation ($31,99 \pm 2,23$ cm), left testicular length ($11,21 \pm 0,98$ cm) and right testicular length ($11,26 \pm 0,97$ cm), left testicular width ($5,92 \pm 0,44$) and right testicular width ($5,97 \pm 0,46$ cm), testicular format ($1,72 \pm 0,46$), testicular volume ($632,21 \pm 132,72$ cm³), individual motility ($69,56 \pm 12,31\%$), vigor ($2,87 \pm 0,61$), spermatic gross motility ($1,38 \pm 1,08$) and aspect of the ejaculate ($2,72 \pm 0,66$), as well as total defects ($22,19 \pm 11,13\%$), larger defects ($15,86 \pm 10,45\%$) and smaller defects ($6,33 \pm 5,70\%$), head defects ($9,85 \pm 9,80\%$), midpiece defects ($0,52 \pm 1,36\%$) and tail defects ($11,82 \pm 6,97\%$) of the spermatozoa. The frequencies of the testicular formats were long (30,80%), long-moderate (66,19%), long-oval (2,49%), oval-spherical (0,02%) and spherical (0,04%). Correlations among the scrotal circumference the reproductive and productive traits were favorable. Scrotal circumference was shown a great trait for selection of young Nellore bulls. More than 70% of the population were sexually mature at 21 months of age. There were changes in the frequencies of the testicular format due to selection for the increase of scrotal circumference in this population.

Key-words: Breeding soundness evaluation, Nellore, bulls, testicular format, sexual maturity.

1. INTRODUÇÃO

Prática freqüente em rebanhos elites, porém ainda insipiente na maioria dos rebanhos comerciais, a utilização de reprodutores selecionados por exame andrológico tem como finalidade a garantia da qualidade seminal do reprodutor, a melhoria na eficiência reprodutiva do rebanho e, com isso, o aumento da lucratividade média por animal nascido. Em estudos e simulações que consideram aumento na relação touro:vaca do tradicional 1:25 para 1:40 e 1:60, seria possível o descarte de 50% ou mais dos animais insatisfatórios na questão reprodutiva, o que provocaria reduções nos custos de produção, que poderiam ser reinvestidos na compra de touros comprovadamente melhoradores (provados geneticamente), acelerando, assim, o ganho genético no rebanho (FONSECA et al., 1997; GUIMARÃES, 1999).

O aumento da lucratividade pela diminuição da duração do ciclo produtivo, o aumento da permanência e a amortização dos custos de manutenção do animal na fazenda dependem essencialmente da precocidade sexual média do rebanho. A identificação de touros sexualmente maduros em idades mais precoces, que transmitam esta característica para sua progênie, traz grande impacto econômico para o sistema produtivo, já que as características reprodutivas, em estudos bioeconômicos, apresentam valores genético-econômicos maiores e são as mais importantes no processo produtivo (FORMIGONI, 2002).

Atualmente, com necessidade anual aproximada de 650.000 touros de reposição para o rebanho brasileiro, estima-se que seja necessária a avaliação andrológica anual de pelo menos 1.300.000 touros, para melhoria dos índices reprodutivos e conseqüente valorização do produto “Touro” na cadeia de produção da carne, gerando demanda de um produto com maior valor agregado para quem produz, e com garantia de qualidade para quem o utiliza. A interpretação do exame andrológico, assim como o conhecimento das relações entre as características reprodutivas é de grande importância para os profissionais que atendem esse mercado.

O presente trabalho teve como objetivo verificar o estágio de maturidade sexual e sua relação com características reprodutivas e ponderais em touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização do experimento

Os dados utilizados foram analisados no Laboratório de Melhoramento Genético do Departamento de Zootecnia e no Laboratório de Reprodução Animal do Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa. Os dados pertencem à Fazenda São Francisco, de propriedade da Agro-Pecuária CFM Ltda, localizada no município de Magda, situado na região noroeste do estado de São Paulo, latitude de 20 – 21° Sul da linha do Equador e longitude de 50 – 51° Oeste do meridiano Greenwich, com temperatura média de 24°C, e precipitação pluviométrica anual de 1.189 mm³.

2.2. Animais e manejo

Foram utilizados 6072 touros jovens da raça Nelore, nascidos nas estações de parição (1º de agosto a 31 de dezembro) dos anos de 1997 a 2001 na fazenda São Francisco, e avaliados por meio de exames andrológicos, realizados com maior frequência no período de julho a novembro dos anos de 1999 a 2003.

A seleção dos animais para o exame andrológico foi feita de acordo com o “rank” dos mesmos, com base no índice CFM individual, que pondera valores de 20% para peso à desmama, 40% para ganho de peso da desmama ao sobreano, 20% para musculosidade e 20% para perímetro escrotal, calculado pelo Grupo de Melhoramento Animal (GMA) da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP - Pirassununga (SUMÁRIO DE TOUROS NELORE CFM, 2001).

Os animais foram criados a pasto, predominantemente de capim *Brachiaria decumbens* e colômbio (*Panicum maximum*). Após os 18 meses de idade (últimas mensurações para avaliação genética), por motivos mercadológicos de apresentação dos produtos (tourinhos) para venda, os animais foram confinados e alimentados com silagem de milho, sal mineral e água *ad libitum*. Os exames andrológicos foram realizados pela equipe do Laboratório Reprodução Animal do Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa quando os animais atingiram de 20 a 22 meses de idade.

Todos os animais possuíam registro genealógico, data de nascimento e pesagens ao nascimento, à desmama e aos 550 dias, excetuando-se os filhos de RM, que correspondiam às fêmeas servidas por um grupo de touros em particular, logo o pai foi considerado zero (0).

2.3. Mensurações testiculares e peso corporal

As características ponderais estudadas foram peso corporal ao nascimento (PESNAS), peso corporal ajustado para 205 dias de idade ou desmama (PES205), peso corporal ajustado para 550 dias de idade ou sobreano (PES550), altura da garupa ajustada para 550 dias de idade (AL550). As características reprodutivas foram perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade (PE450) e perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico (PE).

Após contenção individual dos animais, em troncos apropriados, foram realizadas mensurações testiculares, que compreenderam comprimento, largura e perímetro escrotal e classificação da consistência testicular e comprimento do prepúcio. As mensurações para comprimento e largura testicular foram obtidas com auxílio de paquímetro, sendo o comprimento mensurado no sentido mais longo da gônada (dorso-ventral), incluindo a cabeça e excluindo a cauda do epidídimo, e a largura, na região mais larga da gônada, no sentido latero-medial, utilizando como referência o corpo do animal. O perímetro escrotal foi obtido com auxílio de fita métrica, após leve tracionamento ventro-caudal das gônadas e da região mais larga do escroto. A consistência testicular foi classificada de 1 (consistência firme) a 5 (consistência muito flácida) e o comprimento do prepúcio, de 1 (bainha curta e próxima ao corpo) até 3 (bainha longa e pendular, ultrapassando a linha horizontal imaginária na altura do jarrete).

O peso corporal foi mensurado na fazenda, com os animais sem prévio jejum, nas seguintes idades: ao nascimento, à desmama e ao sobreano, em balanças eletrônicas, sendo posteriormente ajustado pelo método dos polinômios segmentados para idade de 550 dias (ELER, 2004 - comunicação pessoal).

2.3.1. Formato testicular

Para determinação do formato testicular, foram adotados os critérios utilizados por BAILEY et al. (1996), em que as gônadas são distribuídas em longo, longo-moderado, longo-oval, oval-esférico e esférico. A classificação de cada animal foi realizada obtendo-se a razão entre largura testicular média (média das larguras do testículo esquerdo e direito) e comprimento testicular médio (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, em que 0,5 significa largura igual a metade do comprimento e 1, 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;
- 5 - testículos com formato esférico - razão $> 0,875$.

Após determinação do formato testicular, empregou-se a classe para determinação do volume testicular, adotando as formas preconizadas por FIELDS et al. (1979) para testículos em formato cilíndrico (longo, longo-moderado e longo-oval), representadas pela fórmula:

$$\text{Vol} = 2[(r^2) \times \pi \times L] \text{ em que:}$$

r = raio da largura testicular;

π = fator de correção (3,14);

L = comprimento testicular.

Para testículos com formato esférico (gônadas classificadas como ovóide-esférico e esférico), foi utilizada a fórmula preconizada por BAILEY et al. (1998).

$$\text{Vol} = 4/3 (\pi) (L/2)(w/2)^2 \text{ em que:}$$

w = largura testicular;

π = fator de correção (3,14);

L = comprimento testicular.

2.4. Avaliação do sêmen

Para a obtenção dos ejaculados, empregou-se o método da eletro-ejaculação, realizado após a contenção dos reprodutores em tronco apropriado. Logo após a coleta, foi realizado o exame das características físicas do ejaculado, como volume e cor, e ao microscópio, foi analisado o movimento em massa (turbilhonamento), numa escala de 1 a 5. Para tanto, 10 µL do sêmen foi colocado sobre lâmina, previamente aquecida a 37°C e, com auxílio de microscopia convencional e aumento de 200X, avaliou-se o turbilhonamento. Posteriormente, com outra alíquota de sêmen (10 µL) entre lâmina e lamínula, previamente aquecidas a 37°C, foi avaliada a motilidade espermática progressiva retilínea (0 – 100%) e o vigor espermático (0 – 5) com aumento de 200 a 400X em microscópio de contraste de fase, da marca OLYMPUS, modelo 400B.

Para análise morfológica dos espermatozóides, uma amostra de sêmen foi acondicionada e estocada em 1 mL de formol salina tamponada (HANCOCK, 1957). Nesta avaliação, foi adotada a metodologia preconizada por BLOM (1983), registrando-se os defeitos de cabeça, cauda e acrossoma e classificando as anomalias em defeitos espermáticos maiores, menores e totais. Foram analisadas 400 células espermáticas por ejaculado, com auxílio de microscópio de contraste de fase, e aumento de 1000X. Posteriormente, as anomalias foram agrupadas em defeitos de cabeça, de peça intermediária e de cauda.

2.5. Idade à puberdade, maturidade sexual e interpretação dos exames andrológicos

A determinação da idade à maturidade sexual foi feita de acordo com GARCIA et al. (1987), cuja definição baseia-se no fato de os animais apresentarem ejaculados com defeitos maiores inferiores a 15% e defeitos espermáticos totais inferiores a 30%. Adicionalmente a maturidade foi classificada segundo GUIMARÃES (1997), conforme estudo do processo espermatogênico, fisiopatologia da reprodução e características físicas e morfológicas no momento da coleta, resultando em cinco classes andrológicas:

- 1 - animais sexualmente maduros, aptos à reprodução, de acordo com os padrões recomendados pelo CBRA (1998);
- 2 - animais sexualmente maduros, com índices de patologias espermáticas sem comprometimento da capacidade fecundante das células espermáticas. Sendo classificados como aptos à reprodução em regime de monta natural;
- 3 - animais sexualmente imaturos, temporariamente inaptos à reprodução;
- 4 - animais descartados, em função de espermiogênese imperfeita severa;
- 5 - animais descartados, em função de alterações morfológica dos órgãos genitais.

2.6. Descrição do banco de dados

O banco de dados inicial foi formado pela junção de dois bancos de dados. O primeiro continha dados andrológicos e o segundo, dados zootécnicos do rebanho.

Os dados andrológicos compreenderam as avaliações andrológicas de touros nascidos na fazenda São Francisco de 1997 até 2001 e selecionados para exame andrológico pelo índice CFM individual entre os anos de 1999 e 2003. Esse banco de dados continha todas as características físicas e morfológicas do sêmen dos tourinhos (Laboratório de Reprodução DVT - UFV), além de identificação, data de nascimento, fazenda e conclusão do exame andrológico em cinco classes, de acordo com GUIMARÃES (1997). Os dados zootécnicos do rebanho continham os registros referentes à genealogia (pai e mãe), data de nascimento da mãe, pesos ao nascimento, à desmama e ao sobreano, perímetro escrotal e altura da garupa aos 550 dias de idade. Todos os dados em idades fixas, como peso corporal ajustado para 205 dias de idade (PES205), perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade (PE450), peso corporal (PES550) e altura da garupa (AL550) ajustados para 550 dias de idade foram corrigidos pelo método dos polinômios segmentados, de acordo com ELER (2004 - comunicação pessoal).

O banco de dados inicial era constituído de 7442 dados de exames andrológicos, repetidos em até quatro coletas de sêmen por animal. Havia 6072 animais diferentes, distribuídos em 6072 animais com dados de 1^a coleta, 1144 animais com dados de 2^a coleta, 204 com dados de 3^a coleta e 22 animais com dados de 4^a coleta de sêmen.

2.7 Análise de consistência e restrições

Para a realização das análises genéticas, foram impostas restrições ao banco de dados, objetivando-se somente dados andrológicos de primeira coleta, para se estimar variâncias genéticas aditiva, fenotípica e residual, além de herdabilidades e correlações genéticas das características presentes no exame andrológico e das características ponderais e suas respectivas correlações genéticas com parâmetros reprodutivos.

Foram retirados do banco inicial dados de animais sem informações de pai e mãe confiáveis. Ainda para melhor interpretação dos dados, foram excluídos touros com menos de cinco filhos e grupos contemporâneos com menos de quatro indivíduos, permanecendo 5.903 animais para análise.

2.8. Análises estatísticas

2.8.1. Parâmetros reprodutivos

As análises estatísticas (médias, desvios-padrão e coeficientes de variação) de todas as características estudadas foram calculadas por meio do PROC MEANS, utilizando-se o pacote estatístico SAS (1999).

Os coeficientes de correlação simples de Pearson, para todas as características mensuradas, foram estimados pelo PROC CORR, dando-se maior ênfase às variáveis peso corporal, biometria testicular, defeitos espermáticos maiores, menores e totais e aspectos físicos do sêmen.

Foi realizada a análise de variância utilizando o PROC GLM do SAS (1999) para avaliação dos dados da primeira coleta de sêmen (item 2.7 - Análise de consistência e restrições), com intuito de verificar a existência de influência da idade da mãe ao parto e idade do animal na ocasião do exame.

Após a estruturação do banco de dados, para o estudo das características genéticas, os dados foram analisados pelo método dos quadrados mínimos, por meio do PROC GLM dos SAS (1999). As características dependentes foram as ponderais e as reprodutivas (já descritas nos itens 2.3 a 2.5).

Inicialmente, todas as variáveis foram testadas para significância da variável idade da mãe ao parto. Somente as características ponderais, excetuando-se PE450, foram significativas para esta variável, optando-se então pelo uso de um modelo diferente para tais variáveis, em que se incluísse idade da mãe ao parto como co-variável na forma linear e quadrática. Para as demais variáveis, excetuando PE450, a co-variável avaliada no modelo foi idade na ocasião da avaliação andrológica, na forma linear e quadrática.

O efeito fixo considerado para os dois modelos estatísticos foi o grupo de contemporâneos. Os 167 grupos de contemporâneos foram formados pela safra de nascimento, grupo de manejo à desmama e grupo de manejo ao sobreano.

Para as análises das características ponderais e perímetro escrotal aos 450 dias de idade, o modelo estatístico foi composto pelos efeitos fixos de pai, ano do exame andrológico, classe andrológica, interação ano de exame andrológico e classe andrológica e idade da mãe ao parto, como co-variável linear e quadrática. Para as demais características, a co-variável idade da mãe foi substituída por idade do animal na ocasião do exame andrológico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Estádio de maturação sexual

A porcentagem (%) e o número de animais encontrados nas classes 1, 2, 3 e 5 da população avaliada no exame andrológico entre os anos de 1999 e 2003 estão sumariados na Tabela 1. O resultado geral deste estudo apresenta 78,33% dos animais maturos sexualmente (classes 1 e 2) com média de idade de 21 meses. Resultados estes melhores que os verificados por SALVADOR (2001) e DIAS (2004), que constataram 40,2% (animais com CAP acima e abaixo de 60 pontos) e 26,3% de animais sexualmente maturos aos dois anos de idade, na raça Nelore. No entanto, os valores observados neste estudo para maturidade sexual foram próximos ao valor de 83,98% (classes 1 e 2), verificado por VASCONCELOS (2001).

Assim como no estudo de VASCONCELOS (2001), a classe 4 (animais com espermatogênese imperfeita severa) não foi considerada nas análises. No experimento os animais da classe 4 foram redirecionados para a classe 5.

O presente estudo abrangeu dados de avaliação andrológica entre os anos de 1999 e 2003 oriundos da fazenda São Francisco, enquanto que VASCONCELOS (2001) estudou dados da mesma fazenda, referentes aos anos de 1999 e 2000. Porém, uma pequena diferença entre os valores das classes 1 e 3 nos anos de 2000 neste trabalho deveu-se às restrições impostas ao banco de dados para análise de variância neste estudo.

O valor médio encontrado para animais de baixa fertilidade ou inférteis, que engloba as classes 3 (18,11%: animais temporariamente inaptos), e 5 (3,56%:animais descartados), foi de 21,67%. VALE FILHO et al. (1986) encontraram maiores médias para baixa fertilidade e infertilidade, de 42,00% e 40,50% em touros *Bos taurus indicus*, em central de inseminação artificial e touros que serviam como reprodutores em rebanhos de criação extensiva. Considerando-se os animais sexualmente imaturos e descartados, avaliados por SALVADOR (2001) e DIAS (2004), como inférteis, os valores verificados pelos autores foram 59,8% e 73,7%, respectivamente. O último autor atribui tal fato à baixa condição nutricional a que estes animais foram submetidos. Estes valores, comparados entre os trabalhos, demonstram a grande heterogeneidade do rebanho Nelore no Brasil, quanto a maturidade sexual, deixando claro que grandes progressos ainda podem ser alcançados nesse aspecto. Adicionalmente, os valores obtidos neste estudo demonstram o progresso alcançado na precocidade sexual e melhoramento genético no referido rebanho.

Tabela 1 – Número de animais e freqüência de classes andrológicas de acordo com o ano, de touros da raça Nelore com média de idade de 21 meses, criados extensivamente

Classe Andrológica		1999	2000	2001	2002	2003	Total
1	%	75,25	70,34	63,43	55,84	69,16	66,49
	n	(815)	(797)	(843)	(674)	(796)	(3925)
2	%	14,96	15,00	11,81	8,95	8,86	11,84
	n	(162)	(170)	(157)	(108)	(102)	(699)
3	%	7,02	9,62	24,23	29,83	17,55	18,11
	n	(76)	(109)	(322)	(360)	(202)	(1069)
5	%	2,77	5,03	0,53	5,39	4,43	3,56
	n	(30)	(57)	(7)	(65)	(51)	(210)
Total	%	18,35 %	19,19 %	22,51 %	20,45 %	19,50 %	100,00 %
	n	(1083)	(1133)	(1329)	(1207)	(1151)	(5903)

1 = Animais aptos à reprodução; 2 = Animais aptos à reprodução em regime de monta natural; 3 = Animais temporariamente inaptos à reprodução; 5 = Animais descartados da reprodução.

Na literatura estrangeira, outras metodologias de avaliação andrológica avaliando as mesmas características reprodutivas, também apresentam valores variados. HIGDON III et al. (2000), utilizando o Breeding Soundness Evaluation (BSE) da Society for Theriogenology 1983 (BSE 1983) e 1993 (BSE 1993), e o WC 1993 (Western Canadian Association of Bovine Practitioners), observaram 81, 72 e 39% de animais satisfatórios em touros de várias raças entre 10 e 20 meses de idade, respectivamente. Da mesma forma, SPITZER e HOPKINS (1997), estudando animais *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* com idade variando de 11 a 18 meses, verificaram 80,10% de animais classificados como satisfatórios. Já CARSON e WENZEL (1997), em animais *Bos taurus taurus* com idade variando de 15 a 84 meses, registraram taxa de 63% de touros classificados como satisfatórios utilizando o BSE 1993.

Na Tabela 1, é demonstrado pequeno aumento no número de touros avaliados entre os anos de 1999 e 2001 (246 animais) e, logo depois, uma leve diminuição entre os anos de 2001 e 2003 (-178 animais). No entanto, a diferença entre esses dois períodos (68 animais) demonstra que uma acomodação na evolução do rebanho avaliado no exame andrológico entre os anos de 1999 e 2003.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 1 e expostos no Gráfico 1, os anos de 2001 e 2002 apresentaram médias da classe 1 (animais aptos à reprodução) abaixo de 65%, como também demonstraram valores mais elevados para a classe 3 (animais sexualmente imaturos) acima de 20%. Analisando os registros climatológicos (Anexo, Gráficos 3A e 4A), referentes aos valores médios de temperatura máxima, mínima e distribuição das chuvas durante dois trimestres (março-abril-maio e junho-julho-agosto) dos anos de coleta dos dados, observa-se que o aumento de animais sexualmente imaturos, nos anos de 2001 e 2002, possivelmente não foi consequência de fatores climáticos. Possivelmente, uma restrição alimentar na fase pré-puberal e puberal dos animais nascidos nos anos de 1999 e 2000 tenha causado o aumento no número de animais inaptos nos anos de 2001 e 2002, pois em posteriores exames andrológicos, grande parte desses animais foi considerada sexualmente madura.

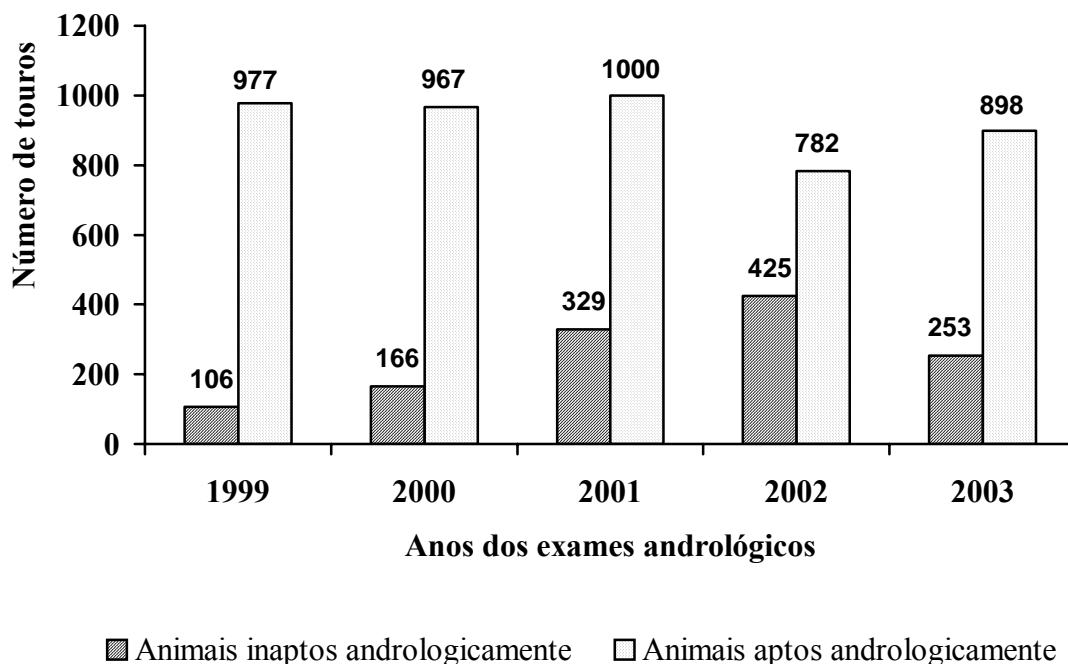


Gráfico 1 – *Status* reprodutivo de touros da raça Nelore, com média de idade de 21 meses, criados extensivamente entre os anos de 1999 e 2003

Assim como em VASCONCELOS (2001), neste estudo, os defeitos mais freqüentes observados em animais da classe andrológica 3 foram gota protoplasmática proximal e distal, cauda fortemente enrolada ou dobrada, com ou sem gota protoplasmática.

As patologias dos animais classificados na classe 5 estavam distribuídos em ordem de freqüência: vesiculite, espermiogênese imperfeita, assimetria testicular, baixo PE, atrofia testicular, aderência peniana, estenose do esfíncter anal, aprumos, calcificação e/ou fibrose epididimária, hidrocele, lesão de casco, papiloma no pênis, persistência do frênuo, tumor de próstata, papiloma no pênis, dados inconsistentes, estenose prepucial e aglutinação espermática. VASCONCELOS (2001) também observou que, dentre as anomalias reprodutivas, destaca-se a vesiculite, que esteve presente nas formas unilateral ou bilateral, anomalia provavelmente ocasionada pelo comportamento homossexual ou sodomia, exacerbado entre os animais jovens.

Outros autores, como CARSON e WENZEL (1997) e HIGDON III et al. (2000), em animais de várias raças, mas em geral da subespécie *Bos taurus taurus*, observaram que a maioria dos motivos para touros jovens serem classificados como insatisfatórios foi morfologia espermática inaceitável, baixo PE, defeitos físicos

somáticos e a combinação entre eles. Já HOPKINS e SPITZER (1997) relatam que a epididimite é um problema comum em touros jovens.

Na Tabela 1A (Anexo), são apresentadas as médias observadas e nas Tabelas 2A e 3A (Anexo), as médias corrigidas pelo método dos quadrados mínimos das características reprodutivas e ponderais da população avaliada neste estudo.

As variáveis analisadas que não apresentaram a interação ano-classe andrológica ($p < 0,05$) são analisadas em função do ano de coleta (Tabela 2) e classe andrológica (Tabela 3), independentemente.

Tabela 2 - Médias dos quadrados mínimos para características reprodutivas (biométricas, físicas e morfológicas do ejaculado) e ponderais em touros da raça Nelore, com média de idade de 21 meses, criados extensivamente, entre os anos de 1999 a 2003

Variáveis	1999	2000	2001	2002	2003
PESNAS	32,99 ± 0,22 ^c	33,57 ± 0,18 ^{a,b}	33,51 ± 0,35 ^{a,c}	33,88 ± 0,16 ^a	33,25 ± 0,18 ^{b,c}
AL550	139,71 ± 0,25 ^a	139,48 ± 0,20 ^a	138,37 ± 0,38 ^b	136,20 ± 0,18 ^d	137,22 ± 0,20 ^c
CTE	-	11,42 ± 0,06 ^a	10,09 ± 0,10 ^c	11,55 ± 0,06 ^a	11,09 ± 0,05 ^b
CTD	-	11,50 ± 0,06 ^a	10,31 ± 0,10 ^c	11,56 ± 0,06 ^a	11,19 ± 0,05 ^b
FOT	-	1,75 ± 0,03 ^b	2,06 ± 0,05 ^a	1,56 ± 0,03 ^c	1,54 ± 0,02 ^c
TURB	1,46 ± 0,12 ^a	1,26 ± 0,81 ^{a,b}	1,07 ± 0,13 ^{b,c}	1,01 ± 0,09 ^c	0,74 ± 0,07 ^d
VIG	2,57 ± 0,07 ^a	2,59 ± 0,05 ^a	2,79 ± 0,07 ^a	2,67 ± 0,05 ^a	2,61 ± 0,04 ^a
ASP	-	2,68 ± 0,05 ^a	2,66 ± 0,07 ^a	2,45 ± 0,05 ^b	2,58 ± 0,04 ^{a,b}

PESNAS = peso corporal ao nascimento; AL550 = altura da garupa ajustada para 550 dias de idade; CTE = comprimento do testículo esquerdo; CTD = comprimento do testículo direito; FOT = formato testicular; TURB = turbilhonamento (0 - 5); VIG = vigor (0 - 5); ASP = aspecto do sêmen. Letras iguais na mesma linha não diferiram pelo teste T ($p > 0,05$).

Tabela 3 - Médias dos quadrados mínimos para características reprodutivas (biométricas, físicas e morfológicas do ejaculado) e ponderais em touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente, de acordo com a classe andrológica

Variáveis	1	2	3	5
PESNAS	33,05 ± 0,08 ^b	33,37 ± 0,15 ^a	33,72 ± 0,14 ^a	33,63 ± 0,33 ^{a,b}
AL550	138,16 ± 0,09 ^a	138,07 ± 0,17 ^a	138,16 ± 0,16 ^a	138,39 ± 0,37 ^a
CTE	11,30 ± 0,03 ^a	11,14 ± 0,05 ^b	10,89 ± 0,04 ^c	10,82 ± 0,12 ^c
CTD	11,35 ± 0,03 ^a	11,17 ± 0,05 ^b	10,96 ± 0,04 ^{b,c}	11,08 ± 0,12 ^c
FOT	1,72 ± 0,01 ^a	1,71 ± 0,02 ^a	1,69 ± 0,02 ^a	1,80 ± 0,06 ^a
TURB	1,62 ± 0,03 ^a	1,18 ± 0,05 ^b	0,62 ± 0,05 ^c	1,00 ± 0,16 ^b
VIG	2,98 ± 0,02 ^a	2,82 ± 0,03 ^b	2,40 ± 0,03 ^c	2,39 ± 0,09 ^c
ASP	2,83 ± 0,02 ^a	2,67 ± 0,03 ^b	2,28 ± 0,03 ^c	2,59 ± 0,10 ^b

PESNAS = peso corporal ao nascimento; AL550 = altura da garupa ajustada para 550 dias de idade; CTE = comprimento do testículo esquerdo; CTD = comprimento do testículo direito; FOT = formato testicular; TURB = turbilhonamento (0 - 5); VIG = vigor (0 - 5); ASP = aspecto do sêmen. 1 = Animais aptos à reprodução; 2 = Animais aptos à reprodução em regime de monta natural; 3 = Animais temporariamente inaptos à reprodução; 5 = Animais descartados da reprodução. Letras iguais na mesma linha não diferiram entre si pelo teste T ($p > 0,05$).

Para a variável PESNAS, o valor médio verificado foi de $33,21 \pm 3,40$ kg (Anexo, Tabela 1A), em que a maior média foi verificada para o ano de 2002 (Tabela 2), que não diferiu dos anos de 2000 e 2001. O menor valor verificado no ano de 1999 não diferiu dos anos de 2003 e 2001. O maior valor encontrado entre as classes andrológicas foi para a classe 3 (Tabela 3), que não diferiu das classes 2 e 5, e o menor valor para classe 1, que também não diferiu da classe 5. Porém, a variação entre os anos é maior (0,89 kg) do que a variação entre as classes (0,67 kg) (Tabelas 2 e 3). MOSER et al. (1996) encontraram média de peso ao nascimento de $37,4 \pm 4,5$ kg em 192 bezerras da raça Limousin, oriundos de duas linhas de seleção (uma fenotípica para PE e outra baseada em DEP para PE). KNIGHTS et al. (1984), em touros jovens da raça Angus, encontraram valor médio de $34,5 \pm 3,8$ kg. Portanto, valores próximos aos observados neste estudo.

A média de AL550 foi de $138,10 \pm 3,76$ cm (Anexo, Tabela 1A); demonstrando que essa variável não foi influenciada pela classe andrológica, não havendo diferença entre as mesmas ($p > 0,05$) (Tabela 3). Porém, entre os anos de 1999 e 2000 houve variação, as AL550 não diferiram ($p > 0,05$) ao passo que, no ano de 2002, a AL550 apresentou a menor média ($p < 0,05$). Nos anos de 2001 e 2003, as AL550 diferiram entre si e das AL550 alcançadas nos anos de 1999, 2000 e 2002 ($p < 0,05$). Houve pouca diferença em números absolutos entre os extremos (3,51 cm), ocorrendo no entanto, diminuição na média da altura dos animais destinados ao exame andrológico de 1999 a 2003.

Os comprimentos testiculares direito e esquerdo se manifestaram de forma semelhante entre as classes andrológicas (Tabela 3) e igualmente entre os anos (Tabela 2), sendo os maiores valores observados no ano de 2002, que não diferiram daqueles observados em 2000 ($p > 0,05$), porém diferiram dos obtidos em 2003 e em 2001 (ano de menor média) ($p < 0,05$). A classe andrológica 1 obteve as maiores médias, diferindo do restante das classes ($p < 0,05$). Já as classes andrológicas 3 e 5 obtiveram as menores médias e não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram da classe 2 ($p < 0,05$). Os valores médios para CTE de $11,21 \pm 0,98$ cm e CTD de $11,26 \pm 0,97$ cm foram muito próximos (Anexo, Tabela 1A), enquanto que, as diferenças entre os extremos de CTE foram maiores que as dos extremos de CTD, tanto para ano quanto para classe andrológica, isto, possivelmente, se deve à maior dificuldade dos veterinários destros em mensurar o CTE, gerando valores mais variados. DIAS (2004) também verificou diferenças entre as médias de comprimentos testiculares

direito e esquerdo em touros da raça Nelore imaturos e maturos sexualmente aos dois anos de idade. VASCONCELOS (2001) verificou valores médios, semelhantes aos desse estudo, para os comprimentos testiculares em animais da raça Nelore de 20 a 22 meses de idade.

O valor médio verificado para o FOT foi de $1,72 \pm 0,46$ (Anexo, Tabela 1A). Em função de ano (Tabela 2), maior valor foi verificado no ano de 2001, que difere daquele obtido nos demais anos ($p < 0,05$), e a menor média apresentada para FOT foi obtida em 2003, que não difere da média de 2002 ($p > 0,05$), contrariando, porém, a média do ano de 2000 ($p < 0,05$). Não houve diferença para formato testicular em função da classe andrológica (Tabela 3; $p > 0,05$). Quanto aos valores médios corrigidos de FOT em função do ano de coleta (Tabela 2) e da classe andrológica (Tabela 3), notou-se que todos foram acima de 1,5, ou seja, mais próximos do valor 2, indicando que o formato predominante na população foi o longo-moderado. Isto se confirmou em análises posteriores, feitas neste estudo, em que 66,19% da população estudada apresentaram formato testicular longo-moderado.

A média para TURB foi de $1,38 \pm 1,08$ (Anexo, Tabela 1A). Quando TURB foi avaliado em função do ano de coleta (Tabela 2), os maiores valores foram verificados nos anos de 1999 e 2000, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). O menor valor foi verificado no ano de 2003, valor que difere dos demais ($p < 0,05$). De forma intermediária, ficaram os valores observados nos anos de 2000 e 2001, que não diferiram entre si ($p > 0,05$), e aqueles obtidos nos anos de 2001 e 2002, que também não diferiram entre si ($p > 0,05$). Para ano de coleta, a diferença entre os extremos (0,72) foi próxima ao menor valor verificado para TURB no ano de 2003. Na análise em função da classe andrológica (Tabela 3), o maior valor foi verificado na classe 1, que diferiu de todas as outras ($p < 0,05$); o menor valor na classe 3, que também diferiu de todas as outras ($p < 0,05$). Entretanto, as classes 2 e 5 não diferiram entre si ($p > 0,05$) e obtiveram valores intermediários. Houve diminuição no valor médio de TURB entre as classes 1 e 3, como entre os anos de 1999 e 2003. Essa diminuição era esperada, já que a classe 3 foi composta por animais com maiores taxas de anormalidades. O mesmo comportamento, entre as classes 1 a 3 e entre os anos, foi verificado por VASCONCELOS (2001), que obteve valores médios semelhantes ao deste estudo.

A média do VIG verificada neste estudo foi de $2,87 \pm 0,61$ (Anexo, Tabela 1A). Não houve diferença em função do ano de coleta ($p > 0,05$), mas houve entre as

classes ($p < 0,05$) (Tabela3), sendo o maior valor encontrado na classe 1 diferindo das demais ($p < 0,05$), e os menores valores, nas classes 5 e 3, não diferiram entre si. A classe 2 obteve valor intermediário, diferindo das classes 1, 3 e 5 ($p < 0,05$); houve pequena diferença (0,59) entre os extremos em função da classe andrológica.

Os valores médios de vigor espermático observados por COSTA e SILVA (1994), em touros da raça Nelore com média de idade acima de 5 anos, divididos em duas categorias (excelentes e bons), foram de $3,64 \pm 0,35$ e $2,64 \pm 0,71$, respectivamente. DIAS (2004), como neste estudo, também verificou diferenças ($p < 0,05$) entre os valores de vigor espermático em touros maturos e imaturos sexualmente aos dois anos de idade, porém, não observou diferenças no vigor espermático entre os formatos testiculares. As médias de VIG verificadas por VASCONCELOS (2001) foram semelhantes e apresentaram o mesmo comportamento de redução entre as classes andrológicas 1 a 3, descritos neste estudo.

A média de ASP observada foi de $2,72 \pm 0,66$ (Anexo, Tabela 1A). Houve diferenças em função de ano de coleta (Tabela 2) e classe andrológica ($p < 0,05$) (Tabela 3). Para ano de coleta, o maior valor médio foi encontrado para o ano 2000, que não diferiu daqueles obtidos nos anos de 2001 e 2003 ($p > 0,05$), e o menor valor para o ano de 2002, que não diferiu do ano de 2003 ($p > 0,05$). Para a classe andrológica, o maior valor encontrado na classe 1 diferiu das demais ($p < 0,05$), e o menor, valor na classe 3, que também diferiu das demais ($p < 0,05$). Para as classes 2 e 5, que não diferiram entre si ($p > 0,05$), o valor verificado foi intermediário aos das classes 1 e 3. As diferenças entre os extremos foram pequenas em função do ano (0,23) e da classe andrológica (0,55).

As variáveis PES205, PES550 e PE450, sumariadas na Tabela 4, apresentaram, durante a análise de variância, interação significativa de ano de coleta com classe andrológica.

Para PES205 na classe andrológica 1 obteve-se as maiores médias nos anos de 1999 e 2002, que não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram das demais ($p < 0,05$). Os menores valores foram encontrados nos anos de 2000 e 2003, que não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram daqueles observados nos outros anos ($p < 0,05$), sendo que no ano de 2001 obteve-se valor intermediário, diferente dos demais ($p < 0,05$). Para a classe andrológica 2, o valor observado no ano de 2002, foi a maior média, diferindo dos demais anos ($p < 0,05$); e no ano de 2000, obteve-se a menor

média, porém, igual à dos anos de 2003 ($p > 0,05$), sendo que nos anos de 1999, 2001 e 2003 observaram-se médias intermediárias, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). Para a classe andrológica 3, as maiores médias foram observadas nos anos de 1999 e 2002, que não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram das obtidas nos anos de 2000, 2001 e 2003 ($p < 0,05$), que, por sua vez, não diferiram entre si ($p > 0,05$). Para a classe andrológica 5, as maiores médias foram verificadas nos anos de 1999, 2001 e 2003, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). Já as menores médias foram observada nos anos de 2000 e 2002, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). Nos anos de 1999, 2002 e 2003 foram encontrados valores intermediários, que não diferiram entre si ($p > 0,05$).

Tabela 4 – Médias e desvios-padrão dos quadrados mínimos para características ponderais de touros da raça Nelore, com média de idade 21 meses, criados extensivamente, conforme as classes andrológicas, entre os anos de 1999 a 2003

		CLASSE ANDROLÓGICA				
		Ano	1	2	3	5
PES205 (kg)	1999		211,12 ± 0,84 ^{aA}	206,74 ± 1,55 ^{bB}	213,04 ± 2,18 ^{aA}	212,00 ± 3,43 ^{a,bA,B}
	2000		203,83 ± 0,84 ^{a,bC}	202,15 ± 1,51 ^{a,bC}	206,58 ± 1,83 ^{aB}	200,19 ± 2,50 ^{bC}
	2001		208,40 ± 0,79 ^{bB}	208,50 ± 1,55 ^{bB}	206,05 ± 1,13 ^{bB}	223,38 ± 6,98 ^{aA}
	2002		213,15 ± 0,82 ^{aA}	214,00 ± 1,83 ^{aA}	211,48 ± 1,06 ^{aA}	206,03 ± 2,35 ^{bB,C}
	2003		204,63 ± 0,80 ^{a,bC}	205,48 ± 1,88 ^{a,bB,C}	203,10 ± 1,37 ^{bB}	209,70 ± 2,63 ^{aA,B}
PE450 (cm)	1999		25,12 ± 0,11 ^{aA}	24,63 ± 0,20 ^{bA}	23,78 ± 0,28 ^{cA}	24,35 ± 0,43 ^{cA}
	2000		24,21 ± 0,11 ^{aC}	23,58 ± 0,19 ^{bC}	23,66 ± 0,23 ^{bA}	22,56 ± 0,32 ^{cB}
	2001		24,15 ± 0,10 ^{aC}	23,84 ± 0,20 ^{aB,C}	23,31 ± 0,14 ^{bA}	24,85 ± 0,88 ^{a,bA}
	2002		24,83 ± 0,10 ^{aB}	23,90 ± 0,23 ^{bB,C}	22,71 ± 0,13 ^{cB}	21,73 ± 0,30 ^{dB}
	2003		24,60 ± 0,10 ^{aB}	24,19 ± 0,24 ^{a,bA,B}	23,16 ± 0,17 ^{cA}	23,85 ± 0,33 ^{b,cA}
PES550 (kg)	1999		324,69 ± 1,40 ^{aB}	313,76 ± 2,57 ^{bB}	316,35 ± 3,62 ^{bB}	324,08 ± 5,69 ^{a,bA}
	2000		334,17 ± 1,39 ^{aA}	333,54 ± 2,50 ^{aA}	328,12 ± 3,04 ^{a,bA}	321,77 ± 4,15 ^{bA}
	2001		313,09 ± 1,31 ^{aD}	312,79 ± 2,57 ^{aB}	309,43 ± 1,88 ^{aB,C}	326,37 ± 11,60 ^{aA}
	2002		321,31 ± 1,37 ^{aB}	314,69 ± 3,05 ^{bB}	308,33 ± 1,76 ^{bC}	296,96 ± 3,90 ^{cB}
	2003		317,50 ± 1,33 ^{aC}	316,78 ± 3,13 ^{aB}	313,29 ± 2,28 ^{aB,C}	318,65 ± 4,37 ^{aA}

PES205 = peso corporal ajustado para 205 dias de idade; PE450 = perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade; PES550 = peso corporal ajustado para 550 dias de idade.

1 = Animais aptos à reprodução; 2 = Animais aptos à reprodução em regime de monta natural; 3 = Animais temporariamente inaptos à reprodução; 5 = Animais descartados da reprodução.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha e letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferiram entre si pelo teste T ($p > 0,05$).

Para PES205 foram apresentados os maiores valores médios nas classes 3, 5 e 1 no ano de 1999, os quais não diferiram entre si ($p > 0,05$); as menores médias, para as classes 2 e 5, que não diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$). Para o ano de 2000, os maiores valores médios foram verificados nas classes 1, 2 e 3, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). Porém, a classe 3 diferiu da classe 5 ($p < 0,05$), que

apresentou o menor valor médio e não diferiu das classes 1 e 2 ($p > 0,05$). Para o ano de 2001, a classe 5 apresentou a maior média e diferiu ($p < 0,05$) das classes 1, 2 e 3, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). No ano de 2002, os maiores valores médios foram verificados nas classes 2, 1 e 3, que não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram da classe 5 ($p < 0,05$). Para o ano de 2003, os maiores valores médios foram verificados nas classes 5, 1 e 2, não diferindo entre si ($p > 0,05$). Já a classe andrológica 3, teve o menor valor médio, não diferindo, porém, das classes 1 e 2 ($p > 0,05$) e diferindo da classe 5 ($p < 0,05$).

Estudos realizados em animais *Bos taurus taurus*, verificaram valores próximos ou inferiores ao deste estudo para PENAS em diferentes raças. MOSER et al. (1996) observaram valor médio de PES205 de $218,4 \pm 30,0$ kg em bezerros da raça Limousin, selecionados pelo PE. KNIGHTS et al. (1984) verificaram, em touros jovens da raça Angus, valor médio para PES205 de $240,2 \pm 26,7$ kg. Todavia, valores inferiores foram observados por NEELY et al. (1982) que, estudando 578 touros da raça Hereford, registraram valor médio de $166,1 \pm 23,8$ kg para peso à desmama.

Para a variável PE450, o maior valor médio na classe andrológica 1 foi verificado no ano de 1999, diferindo dos demais anos ($p < 0,05$). Os valores obtidos nos anos de 2002 e 2003 não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram dos demais ($p < 0,05$). Houve valores intermediários em relação aos anos de 2000 e 2001 que não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas apresentaram as menores médias da classe 1. A classe andrológica 2 apresentou as maiores médias nos anos de 1999 e 2003 que não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram das demais ($p < 0,05$). Já os anos de 2003, 2002 e 2001 tiveram valores intermediários que não diferiram entre si ($p > 0,05$), enquanto que anos de 2000, 2001 e 2002 não diferiram entre si ($p > 0,05$). Para a classe andrológica 3, as maiores médias foram verificadas nos anos de 1999, 2000, 2001 e 2003 não diferindo entre si ($p > 0,05$), sendo o menor valor verificado no ano de 2002, que diferiu dos demais anos ($p < 0,05$). Para a classe andrológica 5, as maiores médias foram verificadas nos anos de 2001, 1999 e 2003, não diferindo entre si ($p > 0,05$). Os menores valores, observados nos anos de 2002 e 2000, não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram dos demais ($p < 0,05$).

Para PE450, a maior média no ano de 1999 foi verificada para a classe 1, diferindo das demais ($p < 0,05$); as menores, verificadas nas classes 3 e 5, não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram da classe 2 ($p < 0,05$), que apresentou valor médio intermediário às demais classes. Para o ano de 2000, a classe

andrológica 1 apresentou maior média, diferindo das demais classes ($p < 0,05$). As classes 2 e 3 apresentaram valores intermediários que não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram das demais ($p < 0,05$), inclusive da classe andrológica 5, que apresentou a menor média. Para o ano de 2001, os maiores valores médios foram encontrados nas classes 5, 1 e 2, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). A classe 3 não diferiu da classe 5 ($p > 0,05$), mas diferiu das demais ($p < 0,05$). Para o ano de 2002, todas as classes diferiram entre si ($p < 0,05$) e a média decresceu da classe 1 a 5. Para o ano de 2003, as maiores médias foram encontradas nas classes 1 e 2, que não diferiram entre si ($p > 0,05$); e a menor média, encontrada na classe 3, não diferiu da média da classe 5 ($p > 0,05$). Já as classes 5 e 2 não diferiram entre si ($p > 0,05$).

O valor do PE450 sempre foi maior nas classes andrológicas 1 e 2 (exceto no ano de 2000) que na classe andrológica 3, indicando a característica PE450 como bom preditor do estágio de maturidade sexual nos touros aos 21 meses de idade.

Neste estudo, o PE450 médio observado foi $24,47 \pm 2,32$ cm (Anexo, Tabela 1A). Em animais *Bos taurus taurus*, NEELY et al. (1982) observaram média de $31,1 \pm 2,5$ cm para PE aos 365 dias de idade em touros da raça Hereford.

Para PES550 na classe andrológica 1, a maior média foi verificada no ano de 2000, que diferiu da média dos demais anos ($p < 0,05$); os valores observados nos anos de 1999 e 2002 não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram daqueles encontrados nos demais anos ($p < 0,05$) e tiveram a segunda maior média; já os valores observados nos anos de 2003 e 2001 diferiram entre si e das demais médias ($p < 0,05$), sendo o valor do ano de 2001 o de menor média ($p < 0,05$). Na classe andrológica 2 e no ano de 2000 foi verificada a maior média para peso aos 550 dias, diferindo das médias dos demais anos ($p < 0,05$), que, por sua vez, não diferiram entre si ($p > 0,05$). Na classe andrológica 3 e no ano de 2000, foi verificada a maior média de peso aos 550 dias, diferindo dos demais anos ($p < 0,05$), com valores intermediários encontrados nos anos de 1999, 2001 e 2003 que não diferiram entre si ($p > 0,05$). A menor média foi verificada no ano de 2002, que não diferiu da encontrada nos anos de 2001 e 2003 ($p > 0,05$). Na classe andrológica 5 e no ano de 2002, foi verificada menor média e diferente dos outros anos ($p < 0,05$), que não diferiram entre si ($p > 0,05$).

Na análise do PES550 no ano de 1999, as maiores médias foram verificadas nas classes andrológicas 1 e 5, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). Entretanto, a classe 1 diferiu das demais ($p < 0,05$) e os menores valores médios foram verificados

nas classes 2, 3 e 5, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). No ano de 2000, os maiores valores foram verificados nas classes 1, 2 e 3, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). No entanto, as classes 1 e 2 diferiram da classe 5 ($p < 0,05$), que não diferiu da classe 3 ($p > 0,05$). Nos anos de 2001 e 2003, não houve diferença entre as classes andrológicas para peso aos 550 dias de vida ($p > 0,05$). Para o ano de 2002, o maior PES550 foi verificado na classe 1, que diferiu das demais ($p < 0,05$). Valores de peso intermediários foram verificados nas classes 2 e 3, que não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram das demais classes ($p < 0,05$). O menor valor foi verificado para a classe 5 ($p < 0,05$).

Pela análise de variância, verificou-se que as variáveis PE, LTE, LTD e VOT, descritas na tabela 5, apresentaram interação significativa de ano de coleta com classe andrológica.

Tabela 5 - Média e desvio-padrão dos quadrados mínimos das características biométricas de touros jovens da raça Nelore, com média de idade 21 meses, criados extensivamente, conforme as classes andrológicas, nos anos de 1999 a 2003

		CLASSE ANDROLÓGICA			
Ano		1	2	3	5
PE (cm)	1999	31,98 ± 0,10 ^{aB}	31,56 ± 0,19 ^{bA}	30,82 ± 0,27 ^{cA}	31,04 ± 0,45 ^{bA}
	2000	32,12 ± 0,10 ^{aA,B}	31,83 ± 0,18 ^{a,bA}	31,43 ± 0,22 ^{bA}	29,47 ± 0,31 ^{cB}
	2001	32,17 ± 0,10 ^{aA,B}	32,02 ± 0,19 ^{aA}	31,17 ± 0,14 ^{bA}	33,02 ± 0,85 ^{aA}
	2002	32,06 ± 0,10 ^{aB}	31,73 ± 0,22 ^{aA}	30,17 ± 0,13 ^{bB}	28,31 ± 0,29 ^{cC}
	2003	32,35 ± 0,10 ^{aA}	31,78 ± 0,23 ^{bA}	31,23 ± 0,17 ^{cA}	31,61 ± 0,32 ^{b,cA}
LTE (cm)	1999	-	-	-	-
	2000	6,10 ± 0,02 ^{aA}	6,01 ± 0,04 ^{bA}	5,97 ± 0,04 ^{bA}	5,94 ± 0,09 ^{a,bA}
	2001	5,96 ± 0,02 ^{aC}	5,91 ± 0,04 ^{aB}	5,77 ± 0,03 ^{bB}	5,94 ± 0,17 ^{a,bA,B}
	2002	6,02 ± 0,02 ^{aB}	5,94 ± 0,04 ^{aA,B}	5,66 ± 0,03 ^{bC}	5,69 ± 0,08 ^{bB,C}
	2003	5,69 ± 0,02 ^{aD}	5,64 ± 0,05 ^{a,bC}	5,48 ± 0,03 ^{cD}	5,53 ± 0,06 ^{b,cC}
LTD (cm)	1999	-	-	-	-
	2000	6,14 ± 0,02 ^{aA}	6,05 ± 0,04 ^{bA}	6,00 ± 0,05 ^{bA}	6,13 ± 0,09 ^{bA}
	2001	6,01 ± 0,02 ^{aC}	6,01 ± 0,04 ^{aA}	5,82 ± 0,03 ^{bB}	6,34 ± 0,18 ^{aA}
	2002	6,07 ± 0,02 ^{aB}	5,99 ± 0,05 ^{aA}	5,72 ± 0,03 ^{bC}	5,74 ± 0,08 ^{bB}
	2003	5,70 ± 0,02 ^{aD}	5,65 ± 0,05 ^{aB}	5,47 ± 0,03 ^{bD}	5,65 ± 0,07 ^{aB}
VOT (cm ³)	1999	-	-	-	-
	2000	699,87 ± 6,28 ^{aA}	671,42 ± 11,07 ^{bA}	651,81 ± 13,40 ^{bA}	651,59 ± 26,24 ^{a,bA}
	2001	588,37 ± 5,85 ^{aB}	571,25 ± 11,29 ^{aB}	531,14 ± 8,25 ^{bC}	626,28 ± 50,66 ^{a,bA,B}
	2002	692,01 ± 6,06 ^{aA}	660,86 ± 13,32 ^{bA}	591,25 ± 7,76 ^{cB}	592,00 ± 23,61 ^{cA,B}
	2003	583,04 ± 6,00 ^{aB}	567,04 ± 13,73 ^{aB}	523,43 ± 10,08 ^{bC}	545,97 ± 19,35 ^{a,bB}

PE = perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico; LTE = largura do testículo esquerdo; LTD = largura do testículo direito; VOT = volume testicular.

1 = Animais aptos à reprodução; 2 = Animais aptos à reprodução em regime de monta natural; 3 = Animais temporariamente inaptos à reprodução; 5 = Animais descartados da reprodução.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha e letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferiram entre si pelo teste T ($p > 0,05$).

O valor médio verificado para PES550 neste estudo foi de $322,59 \pm 30,41$ kg (Anexo, Tabela 1A), próximo da média verificada por DIAS et al. (2000), também em animais da raça Nelore, que foi de 319,71 kg.

Para PE dentro da classe andrológica 1, as maiores médias foram verificadas nos anos de 2003, 2000 e 2001, não diferindo entre si ($p > 0,05$); e o menor valor absoluto foi verificado no ano de 1999, que não diferiu dos obtidos nos anos de 2000, 2001 e 2002 ($p > 0,05$). Para a classe andrológica 2, não houve diferença em função do ano ($p > 0,05$). Para a classe andrológica 3, a média no ano 2002 foi menor e diferente das médias nos demais anos do período experimental ($p < 0,05$). Para a classe andrológica 5, os maiores valores médios para o perímetro escrotal foram verificados nos anos de 2001, 1999 e 2003, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). No ano de 2000, foi verificado um valor médio diferente dos demais anos ($p < 0,05$) e no ano de 2002, observou-se o menor valor ($p < 0,05$).

Na avaliação de PE dentro de cada ano, foi verificado que, no ano de 1999, a classe 1 apresentou a maior média para a variável ($p < 0,05$). Nas classes 2 e 5, os valores médios verificados foram intermediários e não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram da classe 3 ($p < 0,05$), que teve a menor média de perímetro escrotal no ano entre as classes andrológicas ($p < 0,05$). Já no ano de 2000, as maiores médias foram verificadas nas classes andrológicas 1 e 2 ($p > 0,05$). Na classe 3, o valor médio verificado foi intermediário, porém não diferiu da classe 2, e da classe 5, valor que foi a menor média observada entre as classes andrológicas ($p < 0,05$). No ano de 2001, somente na classe andrológica 3 foi verificado valor médio diferente e menor das demais classes ($p < 0,05$). No ano de 2002, os maiores valores verificados foram nas classes 1 e 2, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). Porém as duas diferiram das classes 3 e 5, que também diferiram entre si ($p < 0,05$), tendo a classe 5 o menor valor. No ano de 2003, na classe andrológica 1 foi verificado o maior valor médio do PE ($p < 0,05$). Diferindo das demais classes neste ano, as classes 2 e 5 tiveram valores intermediários e não diferiram entre si ($p > 0,05$). A classe 3 não diferiu da classe andrológica 5 ($p > 0,05$).

A média do perímetro escrotal encontrada foi de $31,99 \pm 2,23$ cm (Anexo, Tabela 1A). PINTO et al. (1989) verificaram menores valores médios para PE, em rebanhos da raça Nelore da mesma empresa, demonstrando que, de 1989 até 2003, houve aumento do PE médio do rebanho Nelore da empresa. VASCONCELOS (2001), por sua vez, registrou médias de PE que não diferiram das observadas neste

estudo em dois rebanhos da mesma empresa, demonstrando que, na população estudada, a média de PE do rebanho continuou elevada.

Neste estudo, os valores encontrados para animais maduros (classes 1 e 2) foram $32,14 \pm 0,06$ cm e $31,79 \pm 0,10$ cm e imaturos sexualmente foram de $30,94 \pm 0,09$ cm (Anexo, Tabela 3A). Estudando animais da raça Nelore, DIAS (2004), observou menores valores médios para PE em touros classificados como maduros e imaturos sexualmente aos dois anos de idade. Isso demonstra que os animais estudados apresentaram maiores médias de PE, condizendo com a seleção para PE aplicada nos últimos anos ao rebanho.

HOPKINS e SPITZER (1997) afirmam que, segundo os novos padrões, constantes no manual do Bull Breeding Soundness Evaluation, estabelecido pela Society for Theriogenology em 1993 (BSE 1993), o perímetro escrotal mínimo em animais da subespécie *Bos taurus taurus* dos 18 aos 21 meses de idade é de 32 cm e, para idades de 21 aos 24 meses é de 33 cm. Avaliando a média de PE e idade da população estudada no presente experimento, constata-se que esta população de animais da raça Nelore não está abaixo do estabelecido pelo BSE (1993), indicando que os padrões do BSE poderiam ser utilizados para avaliação desta população. Tais observações refletem os avanços no melhoramento genético presentes no rebanho; principalmente quando verificados os padrões descritos para animais da raça Nelore, citados por FONSECA et al. (1989), em que o touro considerado excelente apresenta 32 cm de perímetro escrotal dos 24 aos 35 meses de idade. DIAS et al. (2000) observaram valor médio de 26,33 cm para PE em animais da raça Nelore aos 550 dias de idade. SILVA et al. (2002) verificaram, em estudo com 960 animais da raça Nelore, com média de idade de 24 meses, valores médios para PE de $31,90 \pm 2,86$. COSTA E SILVA (1994), estudando touros da raça Nelore com média de idade acima de cinco anos, registraram valor médio para PE de $37,87 \pm 2,60$ cm. O PE médio verificado por BOURDON e BRINKS (1986), em animais da raça Hereford, foi de $34,4 \pm 0,07$ cm em touros com 1 ano de idade. KNIGHTS et al. (1984) encontraram média de $35,7 \pm 2,1$ cm para PE em touros jovens da raça Angus (12 meses). Alguns autores, como HAHN et al. (1969) e MAKARECHIAN e FARID (1985), verificaram valores para PE muito elevados (de $37,1 \pm 2,2$ e $35,2$ cm, respectivamente), em animais puros e cruzados *Bos taurus taurus*, com idade variando dos 19 a 24 meses e de 13,8 meses.

MOSER et al. (1996) e CARSON e WENZEL (1997), em animais *Bos taurus taurus*, observaram que touros com PE abaixo de 30 cm, independente da idade, tendem a ter morfologia seminal inaceitável. Adicionalmente, os autores verificaram que a maioria dos touros com baixa motilidade também tendem a apresentar morfologia espermática inaceitável. Corroborando, SILVA et al. (2002) observaram valores inaceitáveis de patologia em touros da raça Nelore com PE abaixo de 26,3 cm.

Com relação à LTE, nos diferentes anos estudados, observou-se que dentro da classe andrológica 1, que todas as médias diferiram entre si ($p < 0,05$), sendo o ano de 2000, o de maior valor médio e o ano de 2003, o de menor valor médio. Para a classe andrológica 2, os maiores valores médios para LTE foram verificados nos anos de 2000 e 2002, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). Porém, no ano de 2000 a média diferiu da dos demais anos ($p < 0,05$). Já os anos de 2001 e 2002 não diferiram entre si ($p > 0,05$), apresentando valores intermediários, sendo o menor valor médio, verificado no ano de 2003 ($p < 0,05$). Na classe andrológica 3, todos os anos diferiram entre si ($p < 0,05$), sendo o maior valor, encontrado no ano de 2000, e o menor, no ano de 2003. Na classe andrológica 5, as maiores médias foram verificadas nos anos de 2000 e 2001, não diferindo entre si ($p > 0,05$); os valores obtidos nos anos de 2001 e 2002 também não diferiram entre si ($p > 0,05$), como no ano de 2003, que teve a menor média, e não diferiu de 2002 ($p > 0,05$).

Quando se avaliou LTE dentro de cada ano e entre classes andrológicas, verificou-se, no ano de 2000, que as maiores médias para as classes andrológica 1 e 5 não diferiram entre si ($p > 0,05$), como nas classes andrológicas 2, 3 e 5, que também não diferiram entre si ($p > 0,05$). No ano de 2001, as maiores médias foram verificadas nas classes andrológicas 1, 2 e 5, que não diferiram entre si ($p > 0,05$); a menor média foi na classe 3, que não diferiu da classe 5 ($p > 0,05$). No ano de 2002, as maiores médias foram verificadas nas classes andrológicas 1 e 2, não diferindo entre si ($p > 0,05$); os menores valores foram encontrados nas classes 3 e 5, que não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram das classes 1 e 2 ($p < 0,05$). No ano de 2003, as maiores médias foram verificadas nas classes 1 e 2, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). Porém, a classe 1 diferiu das demais classes andrológicas ($p < 0,05$). As classes 2 e 5 não diferiram entre si ($p > 0,05$) comportamento observado também entre as classes 5 e 3.

Com relação à LTD, os valores médios diferiram entre todos os anos na classe andrológica 1 ($p < 0,05$), sendo a maior média verificada no ano 2000 e a menor no ano de 2003. Para a classe andrológica 2, somente no ano de 2003 foi observado valor médio menor que os outros anos ($p < 0,05$). Na classe andrológica 3, houve diferença entre os valores médios de todos os anos ($p < 0,05$), com maior média verificada no ano de 2000 e menor, no ano de 2003. Na classe andrológica 5, as maiores médias foram verificadas nos anos de 2001 e 2000, que não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram das encontradas nos anos de 2002 e 2003 ($p < 0,05$), que não diferiram entre si ($p > 0,05$).

Na análise da LTD dentro de cada ano, e nas diferentes classes andrológicas, verificou-se que a classe andrológica 1, no ano de 2000, apresentou a maior média e diferiu das demais classes ($p < 0,05$). No ano de 2001, a classe andrológica 3 diferiu das demais, apresentando a menor média ($p < 0,05$). No ano de 2002, as maiores médias foram verificadas nas classes andrológicas 1 e 2, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). Essas classes diferiram das classes 3 e 5 ($p < 0,05$), que, por sua vez, não diferiram entre si ($p > 0,05$). No ano de 2003, somente o valor médio da classe andrológica 3 diferiu dos valores das demais classes ($p < 0,05$), apresentando menor média para a variável LTD.

Para as larguras do testículo esquerdo (LTE) e do testículo direito (LTD), as médias foram $5,92 \pm 0,44$ e $5,97 \pm 0,46$ cm (Anexo, Tabela 1A). Os valores verificados por VASCONCELOS (2001), em touros da raça Nelore dos 20 aos 22 meses de idade, foram superiores aos obtidos neste estudo. No entanto, os valores médios encontrados por DIAS (2004) em touros da raça Nelore aos dois anos de idade, foram menores que os obtidos neste estudo.

Com relação ao VOT (volume testicular), as classes andrológicas 1 e 2 comportaram-se da mesma maneira, sendo as maiores médias verificadas no ano de 2000 e 2002, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). Porém, os valores médios nesses anos diferiram dos anos de 2001 e 2003 ($p < 0,05$), sendo que nestes últimos anos, não diferiram entre si ($p > 0,05$). Na classe andrológica 3, a maior média foi verificada no ano 2000 ($p < 0,05$); no ano de 2002, o valor médio verificado foi superior aos valores médios apresentados nos anos 2001 e 2003 ($p < 0,05$); estes últimos não diferiram entre si ($p > 0,05$). Na classe andrológica 5, os anos de 2000, 2001 e 2002 não diferiram entre si ($p > 0,05$), como nos anos de 2003, 2002 e 2001, que também não diferiram entre si ($p > 0,05$).

Nas avaliações de volume testicular dentro de cada ano nas diferentes classes andrológicas, verificou-se que, no ano de 2000, as maiores médias para esta característica foram verificadas nas classes andrológicas 1 e 5, que não diferiram entre si ($p > 0,05$); o menor valor absoluto foi verificado na classe andrológica 3, que não diferiu das classes 2 e 5 ($p > 0,05$). Nos anos de 2001 e 2003, não foram verificadas diferenças entre as classes andrológicas 1, 2 e 5 ($p > 0,05$). Nas classes andrológicas 3 e 5, não houve diferença significativa ($p > 0,05$). No ano de 2002, o maior valor médio foi verificado na classe andrológica 1, que diferiu das demais classes ($p < 0,05$); as menores médias foram verificadas nas classes andrológicas 3 e 5, que não diferem entre si ($p > 0,05$), mas diferiram da classe 2 ($p < 0,05$).

Para VOT, a média foi de $632,21 \pm 132,72 \text{ cm}^3$ (Anexo, Tabela 1A). Como no estudo de DIAS (2004), em touros da raça Nelore aos dois anos de idade, houve diferenças entre os volumes testiculares de animais imaturos e maduros sexualmente. VASCONCELOS (2001) verificou maiores valores de VOT em touros da raça Nelore dos 20 aos 22 meses de idade, oriundos do mesmo rebanho.

As variáveis VOL, MOT, DFMA, DFME e DT, sumariadas na tabela 6 apresentaram, durante a análise de variância, interação significativa entre ano de coleta e classe andrológica.

Na avaliação de VOL, e na classe andrológica 1, os maiores valores foram verificados nos anos de 1999 e 2000, que não diferiram entre si ($p > 0,05$); os menores valores, obtidos nos anos de 2001 e 2003, não diferem entre si ($p > 0,05$), mas diferiram dos demais valores médios para VOL, obtidos durante o período experimental; o ano de 2002 apresentou valor intermediário ($p < 0,05$). Na classe andrológica 2, as maiores médias foram observadas nos anos de 1999 e 2000, que não diferiram entre si ($p > 0,05$); os menores valores foram observados nos anos de 2001, 2002 e 2003, que não diferem entre si ($p > 0,05$). Na classe andrológica 3, as maiores médias foram verificadas nos anos de 1999 e 2000, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). Os valores médios nos anos de 1999, 2002 e 2003 não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram do valor médio do ano de 2001, sendo esta a menor média registrada ($p < 0,05$). Na classe andrológica 5, as maiores médias foram verificadas nos anos de 2000, 2001, 2002 e 2003, não diferindo entre si ($p > 0,05$); a menor média foi verificada no ano de 1999, não diferindo dos anos de 2001, 2002 e 2003 ($p > 0,05$).

Na avaliação de VOL dentro de cada ano e entre as diferentes classes andrológicas, no ano de 1999, somente o valor médio verificado na classe andrológica 5 foi diferente das demais classes. O ano de 1999 foi o que apresentou menor valor ($p < 0,05$). Nos anos de 2000, 2001 e 2002, não houve diferenças entre as classes andrológicas dentro de cada ano ($p > 0,05$). No ano de 2003, a classe andrológica 3 foi a que apresentou a maior média para VOL, diferindo significativamente das demais classes ($p < 0,05$), que não diferiram entre si ($p > 0,05$).

Tabela 6 - Médias e desvios-padrão dos quadrados mínimos para as características físicas e morfológicas do ejaculado de touros da raça Nelore, com média de idade 21 meses, criados extensivamente, conforme as classes andrológicas, entre os anos de 1999 e 2003

		CLASSES ANDROLÓGICAS			
Ano		1	2	3	5
VOL (mL)	1999	4,53 ± 0,08 ^{aA}	4,51 ± 0,14 ^{aA}	4,34 ± 0,20 ^{aA,B}	2,43 ± 0,68 ^{bB}
	2000	4,54 ± 0,08 ^{aA}	4,73 ± 0,14 ^{aA}	4,66 ± 0,17 ^{aA}	4,10 ± 0,39 ^{aA}
	2001	3,69 ± 0,07 ^{aC}	3,63 ± 0,14 ^{aB}	3,62 ± 0,10 ^{aC}	3,01 ± 0,68 ^{aA,B}
	2002	4,09 ± 0,07 ^{aB}	3,92 ± 0,16 ^{aB}	4,27 ± 0,10 ^{aB}	3,91 ± 0,49 ^{aA,B}
	2003	3,70 ± 0,07 ^{bC}	3,54 ± 0,17 ^{bB}	4,24 ± 0,12 ^{aB}	3,25 ± 0,34 ^{bA,B}
MOT (%)	1999	74,21 ± 0,58 ^{aA}	68,03 ± 1,05 ^{bB}	52,79 ± 1,47 ^{cB}	61,28 ± 5,09 ^{b,cA,B}
	2000	72,08 ± 0,57 ^{aB}	68,06 ± 1,02 ^{bB}	52,75 ± 1,27 ^{cB}	64,56 ± 3,04 ^{bA}
	2001	73,45 ± 0,54 ^{aA,B}	70,33 ± 1,05 ^{bA,B}	60,92 ± 0,78 ^{cA}	49,91 ± 5,54 ^{dB}
	2002	73,86 ± 0,56 ^{aA}	71,50 ± 1,24 ^{aA}	58,96 ± 0,75 ^{bA}	60,19 ± 3,81 ^{bA,B}
	2003	72,53 ± 0,55 ^{aB}	69,39 ± 1,27 ^{bA,B}	53,49 ± 0,94 ^{cB}	55,45 ± 2,61 ^{cB}
DFMA (%)	1999	10,43 ± 0,49 ^{cA}	19,11 ± 0,89 ^{bA}	44,10 ± 1,27 ^{aA}	5,57 ± 6,07 ^{cB}
	2000	8,43 ± 0,48 ^{cB}	16,05 ± 0,87 ^{bB}	36,81 ± 1,15 ^{aB}	11,26 ± 2,74 ^{b,cB}
	2001	10,47 ± 0,46 ^{cA}	16,71 ± 0,89 ^{bA,B}	33,73 ± 0,66 ^{aC}	16,87 ± 5,26 ^{b,cA,B}
	2002	9,45 ± 0,47 ^{cA,B}	16,39 ± 1,05 ^{bB}	41,98 ± 0,67 ^{aA}	23,27 ± 3,40 ^{bA}
	2003	10,46 ± 0,46 ^{dA}	16,98 ± 1,08 ^{cA,B}	43,79 ± 0,80 ^{aA}	26,70 ± 2,38 ^{bA}
DFME (%)	1999	5,62 ± 0,27 ^{cA}	12,02 ± 0,48 ^{bA}	14,95 ± 0,69 ^{aA}	3,77 ± 3,31 ^{cA}
	2000	4,39 ± 0,26 ^{cB}	7,73 ± 0,47 ^{bB}	11,90 ± 0,62 ^{aB,C}	4,98 ± 1,50 ^{b,cA}
	2001	5,09 ± 0,25 ^{cA}	8,10 ± 0,48 ^{bB}	12,64 ± 0,36 ^{aB}	5,25 ± 2,87 ^{b,cA}
	2002	4,22 ± 0,26 ^{cB}	8,28 ± 0,57 ^{bB}	10,08 ± 0,36 ^{aD}	5,96 ± 1,86 ^{b,cA}
	2003	4,27 ± 0,25 ^{cB}	8,10 ± 0,59 ^{bB}	10,80 ± 0,43 ^{aC,D}	6,53 ± 1,30 ^{b,cA}
DT (%)	1999	16,05 ± 0,52 ^{cA}	31,13 ± 0,95 ^{bA}	59,05 ± 1,35 ^{aA}	9,34 ± 6,47 ^{cB}
	2000	12,82 ± 0,52 ^{cC}	23,79 ± 0,92 ^{bB}	48,71 ± 1,22 ^{aD}	16,24 ± 2,92 ^{cB}
	2001	15,56 ± 0,49 ^{cA,B}	24,81 ± 0,95 ^{bB}	46,38 ± 0,71 ^{aD}	22,12 ± 5,60 ^{b,cA,B}
	2002	13,68 ± 0,51 ^{cB,C}	24,68 ± 1,12 ^{bB}	52,06 ± 0,71 ^{aC}	29,23 ± 3,62 ^{bA}
	2003	14,74 ± 0,49 ^{dB}	25,08 ± 1,15 ^{cB}	54,58 ± 0,85 ^{aB}	33,23 ± 2,53 ^{bA}

VOL = volume do ejaculado; MOT = motilidade; DFMA = defeitos maiores; DFME = defeitos menores; DT = defeitos totais. 1 = Animais aptos à reprodução; 2 = Animais aptos à reprodução em regime de monta natural; 3 = Animais temporariamente inaptos à reprodução; 5 = Animais descartados da reprodução.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha e letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferiram entre si pelo teste T ($p < 0,05$).

O volume do ejaculado médio verificado neste estudo foi de $4,09 \pm 1,64$ mL (Anexo, Tabela 1A). Da mesma forma, MAKARECHIAN et al. (1985) encontraram valor médio corrigido (quadrados mínimos) de volume do ejaculado em animais *Bos taurus taurus* aos um e dois anos de idade de $4,46 \pm 0,52$ mL, por meio de eletroejaculação. VASCONCELOS (2001) também verificou valores semelhantes de volume do ejaculado em touros da raça Nelore, também obtido por eletroejaculação.

Neste estudo, as médias e desvios-padrão da motilidade espermática progressiva para as classes andrológicas (Anexo, Tabela 3A) foram de $73,23 \pm 0,31\%$ (classe 1), $69,46 \pm 0,55\%$ (classe 2), $55,78 \pm 0,52\%$ (classe 3) e $58,28 \pm 1,88\%$ (classe 5).

Na avaliação da MOT (motilidade espermática progressiva retilínea), na classe andrológica 1, os maiores valores médios foram encontrados nos anos de 1999, 2001 e 2002 ($p < 0,05$), que não diferiram entre si ($p > 0,05$), e os menores, verificados nos anos de 2000 e 2003 ($p < 0,05$), que não diferiram entre si ($p > 0,05$). Na classe andrológica 2, o maior valor médio absoluto foi verificado no ano de 2002, não diferindo dos anos de 2001 e 2003 ($p > 0,05$), e as menores médias absolutas foram verificadas nos anos de 1999 e 2000, não diferindo dos anos de 2000 e 2003 ($p > 0,05$). Na classe andrológica 3, as maiores médias foram verificadas nos anos de 2001 e 2002, não diferindo entre si ($p > 0,05$); e as menores, nos anos de 2003, 1999 e 2000, não diferindo entre si ($p > 0,05$). Na classe andrológica 5, a maior média foi verificada no ano de 2000, não diferindo das médias dos anos de 1999 e 2002 ($p > 0,05$), e os menores valores médios absolutos, nos anos de 2001 e 2003, não diferindo dos anos de 1999, 2002 ($p > 0,05$).

Na avaliação dentro de cada ano, e nas diferentes classes andrológicas, no ano de 1999, a classe andrológica 1 teve a maior média de MOT, diferindo das demais classes neste ano ($p < 0,05$). As classes 2 e 5, que não diferiram entre si ($p > 0,05$), obtiveram valores intermediários de MOT; o menor valor médio absoluto foi verificado na classe andrológica 3, que não diferiu da classe 5 ($p > 0,05$). No ano de 2000, a maior média foi verificada para a classe 1 ($p < 0,05$) e a menor, para a classe 3 ($p < 0,05$), ao passo que as classes andrológicas 2 e 5 não diferiram entre si ($p > 0,05$). No ano de 2001, houve diferença entre todas as classes andrológicas ($p < 0,05$), sendo o maior valor médio verificado na classe andrológica 1 ($p < 0,05$) e o menor, na classe andrológica 5 ($p < 0,05$). No ano de 2002, os maiores valores foram verificados nas classes andrológicas 1 e 2, as quais, não diferiram entre si ($p > 0,05$),

mas diferiram das classes andrológicas 3 e 5, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). No ano de 2003, a maior média foi verificada na classe andrológica 1, um valor médio intermediário na classe andrológica 2 e os menores valores médios, nas classes 3 e 5, que não diferiram entre si ($p > 0,05$).

Para MOT o valor médio verificado neste estudo foi de $69,56 \pm 12,31\%$ (Anexo, Tabela 1A). KNIGHTS et al. (1984) encontraram valor médio de $63,7 \pm 12,3\%$ de espermatozoides vivos para o sêmen de touros jovens (12 meses) da raça Angus, parâmetro este muito próximo da motilidade espermática progressiva verificada no presente estudo. O valor encontrado por COSTA E SILVA (1994) para média da motilidade, em touros com idade acima de cinco anos, considerados excelentes e muito bons em avaliação andrológica, não parece diferir do valor médio corrigido de MOT verificado neste estudo ($73,23 \pm 0,31\%$), em touros na classe andrológica 1, com idade de 21 meses (Anexo, Tabela 3A). No entanto, MAKARECHIAN et al. (1985) verificaram menor média de MOT em touros *Bos taurus taurus* de um e dois anos de idade. O comportamento de redução das médias de MOT entre as classes andrológicas 1 a 3 deste estudo também foi verificado por VASCONCELOS (2001), em touros da raça Nelore.

A diferença de MOT entre as classes dentro de cada ano ($p < 0,05$) também foi observada por DIAS et al (2004), em animais da raça Nelore, maturos e imaturos sexualmente, aos dois anos de idade.

Para avaliação de defeitos espermáticos maiores (DFMA), na classe andrológica 1, foram verificados os maiores valores médios nos anos de 1999, 2001, 2002 e 2003, não diferindo entre si ($p > 0,05$), e o menor valor médio no ano de 2000, não diferindo de 2002 ($p > 0,05$). Na classe andrológica 2, a maior média para DFMA foi verificada no ano de 1999, não diferindo do ano de 2001 e 2003 ($p > 0,05$), e os menores valores, para os anos de 2000 e 2002, não diferindo dos anos de 2001 e 2003 ($p > 0,05$). Na classe andrológica 3, os maiores valores médios para DFMA foram verificados nos anos de 1999, 2002 e 2003, não diferindo entre si ($p > 0,05$), e nos anos de 2000 e 2001, os valores diferiram entre si e dos demais ($p < 0,05$) sendo o ano de 2001, o que apresentou menor média. Na classe andrológica 5, os maiores valores para DFMA foram verificados nos anos de 2003, 2002 e 2001, não diferindo entre si ($p > 0,05$), e os menores valores médios, para os anos de 1999 e 2000, não diferindo do ano de 2001 ($p > 0,05$).

Para avaliação de DFMA dentro de cada ano e nas diferentes classes andrológicas, no ano de 1999, na classe andrológica 3, foi verificada a maior média, diferindo das demais classes ($p < 0,05$). Os menores valores foram verificados nas classes 1 e 5, não diferindo entre si ($p > 0,05$), mas diferindo da classe 2 ($p < 0,05$). Nos anos de 2000 e 2001, os maiores valores médios foram verificados na classe andrológica 3, diferindo das demais classes andrológicas; os menores valores, nas classes andrológicas 1 e 5, que não diferiram entre si ($p > 0,05$); e os valores médios intermediários, nas classes andrológicas 2 e 5, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). No ano de 2002, o maior valor médio para DFMA foi verificado na classe andrológica 3, diferindo das demais classes andrológicas ($p < 0,05$). As classes andrológicas 2 e 5 não diferiram entre si ($p > 0,05$) e o menor valor médio foi verificado na classe andrológica 1, sendo diferente dos obtidos nas demais classes andrológicas ($p < 0,05$). No ano de 2003, houve diferenças entre todas as classes ($p < 0,05$), sendo o maior valor médio verificado na classe andrológica 3 e o menor, na classe andrológica 1 ($p < 0,05$).

Para os defeitos maiores, a média corrigida (Anexo, Tabela 3A) para a classe andrológica 1 e 2 foi de $9,85 \pm 0,27\%$ e $17,05 \pm 0,46\%$, respectivamente. Da mesma forma, DIAS et al. (2004) observaram valor muito próximo ao encontrado neste estudo para DFMA, em touros de dois anos de idade ($9,3 \pm 3,7\%$) maturos sexualmente. Valores semelhantes foram encontrados por COSTA e SILVA (1994), que registraram média de $5,71 \pm 2,76\%$ e $19,43 \pm 7,49\%$ de defeitos maiores, em touros Nelore, com idade acima de 5 anos, classificados como excelentes, muito bons e bons andrológicamente. No presente estudo, foram verificadas diferenças entre os animais imaturos e maturos sexualmente ($p < 0,05$), corroborando com os valores registrados por VASCONCELOS (2001) e DIAS (2004) em touros da raça Nelore dos 20 aos 22 meses e dos 2 aos 3 anos de idade, respectivamente.

Na avaliação de DFME, na classe andrológica 1, os maiores valores foram verificados nos anos de 1999 e 2001, não diferindo entre si ($p > 0,05$), mas diferindo dos anos de 2000, 2002 e 2003 ($p < 0,05$), sendo que estes últimos não diferiram entre si ($p > 0,05$). Na classe andrológica 2, no ano de 1999, verificou-se a maior média, diferindo dos valores médios obtidos nos demais anos ($p < 0,05$), que também não diferiram entre si ($p > 0,05$). Na classe andrológica 3, a maior média foi verificada no ano de 1999, diferindo dos demais anos ($p < 0,05$), e os valores médios, nos anos de 2000 e 2001, que não diferiram entre si, como nos anos de 2000 e 2003 e

2003 e 2002 ($p > 0,05$). Na classe andrológica 5, não houve diferença entre valores médios nos diferentes anos analisados ($p > 0,05$).

Dentro de cada ano e nas diferentes classes andrológicas, no ano de 1999, a maior média foi verificada para a classe andrológica 3 ($p < 0,05$), e as menores médias, para as classes 1 e 5, que não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram da classe 2 ($p < 0,05$). Nos anos de 2000, 2001, 2002 e 2003, as maiores médias foram verificadas também na classe 3 ($p < 0,05$), sendo que as classes 1 e 5 e 2 e 5 não diferiram entre si ($p > 0,05$).

Para defeitos espermáticos menores (DFME), a média corrigida (Anexo, Tabela 3A) verificada para as classes andrológicas 1 e 2 foi de $4,72 \pm 0,15\%$ e $8,84 \pm 0,25\%$, respectivamente. VASCONCELOS (2001), por sua vez, verificou valores médios um pouco menores ao deste estudo, porém com o mesmo comportamento de redução dos DFME entre as classes 1 e 3. Já os valores médios observados por COSTA e SILVA (1994) para defeitos menores em touros da raça Nelore, com média de idade acima de cinco anos, classificados como excelentes, muito bons e bons ao exame andrológico foram de $7,71 \pm 3,53\%$ e $26,5 \pm 9,91\%$, respectivamente.

Na avaliação de defeitos espermáticos totais (DT), na classe andrológica 1, os anos de 1999 e 2001 apresentaram as maiores médias e não diferiram entre si ($p > 0,05$), como os anos de 2003, 2002 e 2001 que também não diferiram entre si ($p > 0,05$); os valores médios foram verificados nos anos de 2000 e 2002, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). Na classe andrológica 2, a maior média foi verificada no ano de 1999, diferindo dos valores médios dos demais anos ($p < 0,05$), não se verificando diferença entre valores médios dos demais anos ($p > 0,05$). Na classe andrológica 3, a maior média foi verificada no ano de 1999, diferindo dos demais anos ($p < 0,05$). Os anos de 2002 e 2003, que apresentaram valores intermediários, diferiram entre si e das demais classes andrológicas ($p < 0,05$). Os menores valores médios foram verificados nos anos de 2000 e 2001, que não diferiram entre si ($p > 0,05$). Na classe andrológica 5, os maiores valores foram verificados nos anos de 2003, 2002 e 2001, não diferindo entre si ($p > 0,05$), enquanto que o menor valor médio foi verificado nos anos de 1999 e 2000, que não diferiram do ano de 2001 ($p > 0,05$).

Dentro de cada ano e nas diferentes classes andrológicas, nos anos de 1999 e 2000, a maior média foi verificada na classe andrológica 3 ($p < 0,05$) e um valor intermediário, na classe andrológica 2, ambas diferindo das demais classes

andrológicas ($p < 0,05$). Os menores valores foram verificados nas classes 1 e 5, não diferindo entre si ($p > 0,05$). No ano de 2001, o maior valor médio foi verificado na classe andrológica 3, diferindo das demais ($p < 0,05$); os valores intermediários foram verificados nas classes 2 e 5, que não diferiram entre si ($p > 0,05$); o menor valor médio foi verificado na classe 1, que não diferiu da classe 5 ($p > 0,05$). No ano de 2002, a maior média foi verificada para a classe andrológica 3 e a menor média para a classe andrológica 1, que diferiram entre si e das demais classes ($p < 0,05$). Já as classes 2 e 5 não diferiram entre si ($p > 0,05$). No ano de 2003, houve diferença entre todas as classes andrológicas ($p < 0,05$), sendo a classe andrológica 3 a de maior média e a classe andrológica 1, a de menor média para defeitos totais.

Os valores médios corrigidos para defeitos totais, observados dentro das quatro classes andrológicas (Anexo, Tabela 3A) foram de: $14,57 \pm 0,28\%$ para a classe 1; $25,90 \pm 0,49\%$ para a classe 2; $52,16 \pm 0,49\%$ para a classe 3; e $22,03 \pm 2,02\%$ para a classe 5, havendo diferenças entre os animais maduros e imaturos sexualmente ($p < 0,05$). Os valores médios verificados por COSTA e SILVA (1994) para defeitos totais em touros da raça Nelore, com média de idade acima de cinco anos, classificados como excelentes, muito bons e bons andrologicamente foram de $13,43 \pm 4,30\%$ e $45,93 \pm 9,00\%$, respectivamente, sendo comparáveis aos valores obtidos nas classes andrológicas 1 e 3 deste estudo. Já DIAS (2004) registrou valores intermediários aos das classes 1 e 2 deste estudo para total de anormalidades em touros da raça Nelore maduros sexualmente aos dois anos de idade. O autor e VASCONCELOS (2001) também verificaram diferenças ao avaliarem DT entre animais maduros e imaturos sexualmente. Da mesma forma, SILVA et al. (2002) registraram valor médio de $13,4 \pm 13,7\%$ para DT, em estudo com touros da raça Nelore aos 18 meses de idade.

Na literatura estrangeira, MAKARECHIAN e FARID (1985) registraram valor médio para total de anormalidade de 26,8% em animais *Bos taurus taurus*. Os valores para total de anormalidades, verificados por MOSER et al. (1996) em dois grupos de touros da raça Limousin, um com maior PE e outro com menor PE, foram muito próximos dos valores encontrados neste estudo para as classes andrológicas 1 e 2.

As médias observadas para as classes 1 e 2 quanto à motilidade e defeitos totais se encaixam dentro dos padrões para classificação de aptidão dos animais, adotados pelo CBRA (1998) e pelo BSE (1993). HOPKINS e SPITZER (1997)

relatam que, segundo o BSE (1993), o limite mínimo para motilidade progressiva individual na coleta é de 30% e o limite máximo para total de anormalidades espermáticas, de 30%. Já o CBRA (1998), considera valor mínimo de 70% para motilidade progressiva individual, e limite máximo de 30% de espermatozoides anormais no ejaculado, como padrão seminal desejável de touros selecionados para monta natural.

As diferenças verificadas entre animais maduros sexualmente (classes 1 e 2) e imaturos sexualmente (classe 3), referentes às anomalias espermáticas, eram esperadas, pois dentro do sistema de classificação utilizado em animais jovens proposto por GUIMARÃES (1997), as classes andrológicas são formadas de acordo com os valores de anomalias verificados no exame morfológico do sêmen. Os valores observados na classe andrológica 5 deste estudo devem ser avaliados com critério, pois apresentam os maiores coeficientes de variação (poucos animais na classe).

3.2. Formato testicular

Os formatos testiculares e suas freqüências dentro de cada ano de coleta e classes andrológica são apresentados na tabela 7.

Tabela 7 - Número de animais (n) e freqüência (%) do formato testicular de acordo com o ano, em touros da raça Nelore, com média de idade de 21 meses, criados extensivamente

ANO		FORMATO TESTICULAR				
		1	2	3	4	5
2000	%	32,91	64,46	2,54	0,00	0,09
	n	(363)	(711)	(28)	(0)	(1)
2001	%	2,11	90,06	7,76	0,08	0,00
	n	(28)	(1196)	(103)	(1)	(0)
2002	%	43,74	55,49	0,68	0,00	0,09
	n	(514)	(652)	(8)	(0)	(1)
2003	%	48,70	51,22	0,09	0,00	0,00
	n	(560)	(589)	(1)	(0)	(0)
TOTAL	%	30,80	66,19	2,94	0,02	0,04
	n	(1465)	(3148)	(140)	(1)	(2)

Formatos testiculares: 1 = longo; 2 = longo-moderado; 3 = longo-oval; 4 = oval-esférico; 5 = esférico.

Durante o período avaliado raramente observou-se os formatos oval-esférico (um animal) e esférico (dois animais), demonstrando que esses formatos testiculares

não são comuns em animais da raça Nelore. Colaborando com estes achados, DIAS (2004) observou, em estudo com 1124 touros da raça Nelore, que não houve nenhum animal com formato testicular esférico e somente cinco animais com formato oval-esférico, com dois e três anos de idade. VASCONCELOS (2001) também verificou o mesmo comportamento em relação à frequência desse dois formatos em touros da raça Nelore dos 20 aos 22 meses de idade. UNANIAN et al. (2000) não verificaram nenhum animal da raça Nelore com formato esférico aos 12 meses e somente encontraram um animal, aos 18 meses de idade, com este formato, num estudo com 442 animais. Os formatos longo e longo-moderado foram os mais frequentes, aparecendo em todos os anos de coleta, e, juntos representaram cerca de 97% dos formatos testiculares durante os cinco anos de experimento (Tabela 7). VASCONCELOS (2001) e DIAS (2004) também verificaram valores acima de 90% para os formatos testiculares longos e longo-moderados em animais da raça Nelore. UNANIAN et al. (2000) verificaram valor de 87%, próximo ao obtido neste estudo. Contrariando, BAILEY et al. (1996) verificaram, em animais da raça Holstein com média de idade de 6,5 anos (variando dos cinco aos dez anos de idade), os formatos concentrados nas formas oval-esférico e esférico.

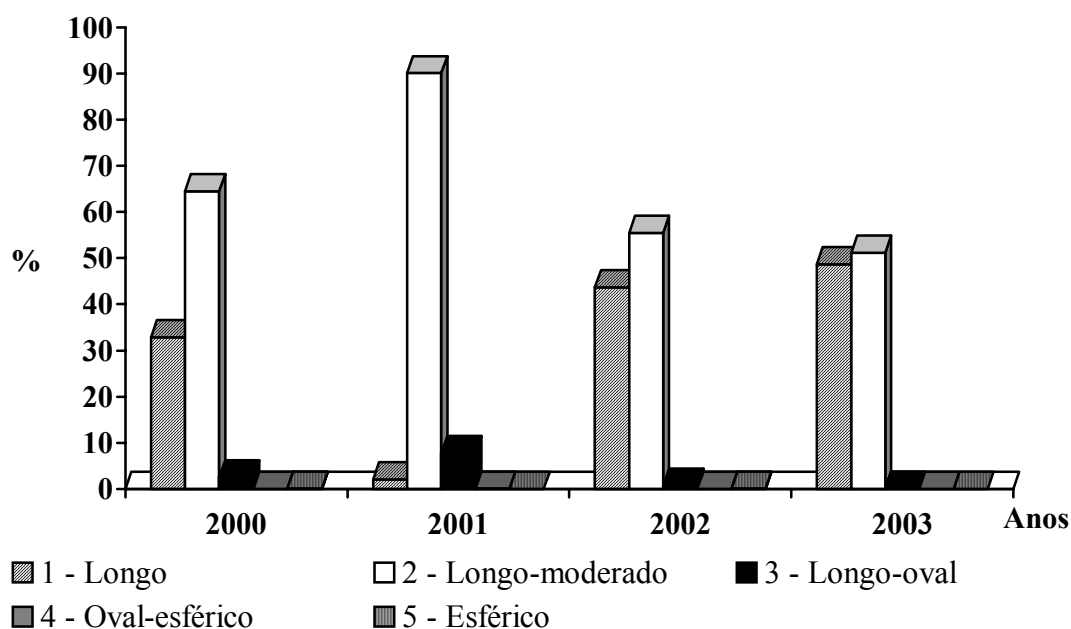


Gráfico 2 - Frequência dos formatos testiculares em função do ano de exame andrológico em animais da raça Nelore, com médias de idade de 21 meses, criados extensivamente

O formato testicular longo-oval (2,94%) também esteve presente durante os cinco anos, porém com baixos valores quando comparados aos formatos longo e longo-moderado, mas muito expressivos quando comparados aos formatos oval-esférico e esférico (Tabela 7). O mesmo achado foi compartilhado por VASCONCELOS (2001) e DIAS (2004), em touros jovens da mesma raça.

O formato testicular que esteve presente com maior frequência em todos os anos foi o longo-moderado, variando entre 50 e 90%, dependendo do ano avaliado. Aumento expressivo do formato longo-moderado (90%) foi observado no ano de 2001, ano em que também obteve-se a menor média para os comprimentos testiculares (Tabela 7), o que pode ter sido consequência de uma falha no processo de mensuração testicular. A frequência dos tipos de formato testicular teve poucas alterações entre os anos de coleta, com exceção do ano 2001.

Houve mudança no formato testicular entre os anos, ocorrendo diminuição do formato longo-moderado e aumento do formato longo, praticamente na mesma proporção (aproximadamente 4%). Porém, os formatos longos continuaram predominando na população. UNANIAN et al. (2000) verificaram, em animais da raça Nelore entre os 12 e 18 meses de idade, ocorrência de mudanças no formato em função do aumento das larguras testiculares.

Neste estudo, a frequência de formatos oval-esférico e esférico é irrelevante perto do contingente de animais que apresentaram os formatos longo e longo-moderado. Isso talvez explique fisiologicamente a adaptação dos animais da raça Nelore às condições trópico-equatoriais pela teoria suposta por BAILEY et al. (1996), afirmando que testículos mais alongados apresentam melhor arquitetura vascular, com maior área superficial e melhores distribuições venosas e arteriais, facilitando a perda de calor para o meio. Para os autores, testículos mais alongados apresentam maior gradiente de temperatura entre os pólos testiculares, resultando em menor temperatura média no microambiente intratesticular, fato comum em animais com ótimos padrões seminais avaliados por termografia por infravermelho (COOK et al., 1994; KASTELIC et al., 1997; LUNSTRA e COULTER, 1997; UNANIAN et al. 2000). Tal conformação testicular confere aos animais *Bos taurus indicus* maior adaptabilidade aos climas tropicais, ou, à ambientes com temperaturas médias elevadas (VALE FILHO et al., 1986).

3.3. Correlações de Pearson

Os valores de correlações obtidos neste estudo são apresentados nas Tabelas 8, 9, 10, 11 e 12.

Entre as características estudadas, perímetro escrotal (PE) e larguras testiculares direita e esquerda (LTD e LTE) apresentaram correlações de maiores magnitudes e sentidos favoráveis com as características físicas e morfológicas do sêmen (Tabela 8). O fato das larguras e do perímetro escrotal apresentarem valores em magnitude muito próximos se deve ao perímetro escrotal ser influenciado principalmente pelas larguras testiculares direita e esquerda (0,80 ambas) e mais fracamente pelos comprimentos testiculares direito (CTD = 0,45) e esquerdo (CTE = 0,43). VASCONCELOS (2001) verificou valores muito próximos ao deste estudo. Porém, valores mais elevados, em animais da subespécie *Bos taurus taurus*, também foram verificados por HAHN et al. (1969), em que a correlação de PE com LTD e LTE foi de 0,89 (ambas) e de PE com CTE e CTD foi de 0,77 e 0,81, respectivamente.

Os demais valores de correlação verificados neste estudo variaram entre os comprimentos e as larguras testiculares (0,42 a 0,45), e entre os comprimentos e as larguras testiculares entre si (0,95 e 0,89, respectivamente). VASCONCELOS (2001) encontrou valores de correlações semelhantes aos obtidos neste estudo em animais da raça Nelore dos 20 aos 22 meses de idade. No entanto, HAHN et al. (1969) verificaram maiores valores para as correlações entre os comprimentos e as larguras testiculares (de 0,77 a 0,80), entre os comprimentos (0,92) e entre as larguras (0,95) testiculares entre si. Porém, os valores obtidos por HAHN et al (1969) foram estimados em animais *Bos taurus taurus* da raça Holstein, esperando-se que os formatos testiculares destes animais sejam em sua maioria oval-esférico e esférico, valores corroborados por BAILEY et al. (1998), que também observaram maiores correlações em seus estudos. Contrariando este raciocínio, DIAS (2004) verificou maiores valores de correlações em animais da raça Nelore, de PE com larguras de 0,92, de PE com CTE (0,80) e CTD (0,79), e entre as larguras e os comprimentos testiculares (de 0,71 a 0,73).

Valor de 0,05 para correlação entre PE e VOL foi verificado neste estudo, diferindo em muito do valor estimado por LARREAL et al. (1988) em touros da raça Nelore com idade variando de 8 a 30 meses, próximo ao valor verificado por

VASCONCELOS (2001) em touros de 20 a 22 meses. A semelhança entre os valores de correlação do PE com VOL obtidos por VASCONCELOS (2001) e pelo presente estudo, deve-se, possivelmente, ao treinamento homogêneo dado a equipe que efetuou a coleta durante os anos.

A correlação encontrada entre PE e MOT, neste estudo, foi de 0,20. VASCONCELOS (2001), por sua vez, encontrou valores semelhantes em animais da raça Nelore. Outros autores, como SILVA et al. (2002), verificaram valores maiores de correlação entre PE e MOT (0,36). Porém, quando trabalharam somente com animais de 18 a 24 meses de idade, o valor caiu para 0,11. Da mesma forma, LARREAL et al. (1988) encontraram valores de correlação de 0,61 entre PE e MOT em animais da raça Nelore de 8 a 30 meses de idade. LUNSTRA e ECHTERNKAMP (1982), estudando puberdade em touros *Bos taurus taurus* de 7 a 13 meses de idade encontraram valor de correlação simples entre PE e MOT de 0,74, mas ao ajustarem aos dados para idade e para raças, o valor da correlação residual foi de 0,17. Diferente deste estudo, KNIGHTS et al. (1984), trabalhando com touros jovens da raça Angus, encontraram valores de correlação entre PE e motilidade espermática - apresentados em forma de escores decrescentes de motilidade e percentagem de células vivas - de 0,52 e 0,46, respectivamente. SALVADOR (2001) verificou valor negativo (-0,07) para a correlação entre PE e MOT em animais da raça Nelore dos 20 aos 42 meses de idade.

A característica PE se mostrou altamente correlacionada, e em sentido favorável, com volume testicular (VOT = 0,78). No entanto, com as características físicas do ejaculado, como turbilhonamento (0,26), motilidade espermática progressiva retilínea (0,20), vigor espermático (0,20) e aspecto do ejaculado (0,25), os valores foram baixos. SALVADOR (2001) observou valor de 0,03 de correlação entre PE e VIG, enquanto que VASCONCELOS (2001) e DIAS (2004) verificaram valores de correlação de PE com MOT e VIG, em animais da raça Nelore de 20 a 22 meses e dois e três anos, respectivamente, muito próximos dos registrados neste estudo, porém a correlação do PE com VOT (0,93) verificada por DIAS (2004) foi maior que a verificada neste estudo, o que era esperado, já que as correlações entre as biometrias testiculares do autor também foram maiores que as verificadas neste estudo.

Os valores de correlação sugerem que o PE está fortemente relacionado com o volume testicular e favoravelmente relacionado com as características físicas do ejaculado.

As larguras testiculares direita (LTD) e esquerda (LTE), por serem as medidas que mais influenciam na composição do PE, tiveram valores de correlações muito próximos daqueles obtidos para perímetro escrotal com todas as características de biometria testicular, defeitos espermáticos, características ponderais e PE450.

O FOT esteve bem relacionado com o CTD (-0,50) e CTE (-0,51). Já as LTD (0,30) e a LTE (0,32) se relacionaram em sentido diferente do comprimento (Tabela 8), demonstrando a importância do comprimento testicular na determinação do FOT em animais da raça Nelore na faixa etária estudada. A correlação de FOT com VOT e PE foram baixas ou não significativas (Tabela 8), corroborando com VANSCONCELOS (2001), que trabalhou com animais do mesmo rebanho, porém com dados referentes a dois anos consecutivos.

O volume testicular (VOT) apresentou correlação de 0,12 com VOL, 0,17 com MOT, 0,13 com VIG e 0,35 com PES550. Da mesma forma, FIELDS et al. (1979), estudando touros de várias raças, na faixa etária de 16 a 20 meses, observaram valores próximos ao deste estudo para as correlações de VOT (fórmula do volume da parábola) com VOL (0,08), com MOT (0,24) e com o peso corporal (0,40). Adicionalmente, DIAS (2004), em animais da raça Nelore de dois e três anos, encontrou valores semelhantes nas relações de VOT com MOT e com VIG.

A motilidade espermática progressiva retilínea (MOT) apresentou correlação de média a alta com o VIG (0,68), corroborando com estudos de SALVADOR (2001) e DIAS (2004), que relataram a correlação de 0,77 e 0,81 entre MOT e VIG, em animais da raça Nelore. Valores menores foram observados por VASCONCELOS (2001), que estimou valores de correlação em duas populações de touros da raça Nelore.

Tabela 8 - Correlações simples de Pearson entre as variáveis de biometria testicular e aspectos físicos do ejaculado de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente

	PE	CTE	LTE	CTD	LTD	FOT	VOT	VOL	TURB	MOT	VIG	ASP
PE	1,00	0,43	0,80	0,45	0,80	0,19	0,78	0,05	0,26	0,20	0,20	0,25
CTE		1,00	0,42	0,95	0,42	-0,51	0,74	0,11	0,12	0,11	*ns	0,11
LTE			1,00	0,42	0,89	0,32	0,88	0,09	0,27	0,19	0,19	0,21
CTD				1,00	0,45	-0,50	0,75	0,12	0,13	0,11	ns*	0,11
LTD					1,00	0,30	0,89	0,08	0,27	0,19	0,19	0,21
FOT						1,00	*ns	*ns	0,07	0,04	0,11	0,05
VOT							1,00	0,12	0,24	0,17	0,13	0,20
VOL								1,00	*ns	-0,03	-0,05	*ns
TURB									1,00	0,60	0,61	0,60
MOT										1,00	0,68	0,41
VIG											1,00	0,46
ASP												1,00

PE = perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico; CTE = comprimento do testículo esquerdo; LTE = largura do testículo esquerdo; CTD = comprimento do testículo direito; LTD = largura do testículo direito; FOT = formato testicular; VOT = volume testicular; VOL = volume do ejaculado; TURB= turbilhonamento; MOT = motilidade; VIG = vigor; ASP = aspecto do sêmen.

*ns não significativos ($p > 0,05$).

As características físicas do ejaculado estiveram bem correlacionadas entre si (Tabela 8), sendo que todas as correlações foram favoráveis e de média a alta magnitude, excetuando o volume do ejaculado, para o qual todas as correlações foram de baixa magnitude e em sentido oposto. A motilidade espermática progressiva retilínea teve correlação de 0,60 com turbilhonamento, 0,68 com vigor, e 0,41 com aspecto. Entre vigor e aspecto, a correlação foi de 0,46; entre vigor e turbilhonamento 0,61; e entre turbilhonamento e aspecto 0,60. As correlações demonstraram relação entre as características físicas do ejaculado, mas não a dependência entre elas.

Entre as características ponderais, peso ao sobreano obteve os melhores valores de correlação com peso à desmama (0,49), altura da garupa aos 550 dias de vida (0,45) e com PE aos 450 dias de vida (0,43). A correlação entre peso ao nascimento e à desmama foi de 0,31, valor próximo à 0,24, observado por AHUNU et al. (1997) em animais *Bos taurus indicus* e suas cruzas com *Bos taurus taurus* (Tabela 9). As correlações das demais características ponderais com PES205 neste estudo demonstraram valores em sentido favorável; ou seja, com aumento do peso à desmama (PES205) o que possibilita o aumento de PES550, AL550 e PESNAS, como também de PE450.

Tabela 9 - Correlações simples de Pearson entre as características ponderais de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente

	PESNAS	PES205	PE450	AL550	PES550
PESNAS	1,00	0,31	*ns	0,20	0,25
PES205		1,00	0,27	0,25	0,49
PE450			1,00	0,24	0,43
AL550				1,00	0,45
PES550					1,00

PESNAS = peso corporal ao nascimento; PES205 = peso corporal ajustado para 205 dias de idade; PE450 = perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade; AL550 = altura da garupa ajustada para 550 dias de idade; PES550 = peso corporal ajustado para 550 dias de idade.

*ns não significativos ($p > 0,05$).

Entre os defeitos, as correlações se mostraram expressivas, com valores de médios a altos. Os defeitos maiores mostraram-se altamente relacionados com os defeitos totais (0,94) e de cabeça (0,91), indicando que, nos animais da faixa etária estudada (20 a 22 meses) 91% dos defeitos maiores aconteceram na cabeça dos espermatozóides, representando em sua maioria, defeitos totais. Considerando que a maioria dos defeitos maiores e de cabeça são oriundos da espermiogênese (HAFEZ,

1987; BARTH e OKO, 1989), os valores verificados na faixa etária deste estudo (20 a 22 meses) demonstram a importância de um processo espermatogênico estabilizado (maturo), para diminuição dos valores de anomalias espermáticas verificadas no sêmen.

Registrou-se correlação de 0,76 entre os defeitos menores e defeitos de cauda, e de 0,85 entre defeitos totais e defeitos de cabeça (Tabela 10). Possivelmente, a alta relação entre os defeitos de cauda e defeitos menores deva-se à forte influência exercida pelo ambiente e microambiente de coleta sobre a cauda do espermatozóide.

Os valores de correlação verificados por DIAS (2004) de DT com DFMA e com DFME, em animais da raça Nelore, foram muito próximos aos registrados neste estudo, diferindo somente do valor de correlação observado pelo autor entre DFMA e DFME de 0,01 e que, neste estudo, foi de 0,19. No entanto, SALVADOR (2001) registrou valor menor de correlação entre DFMA e DT em animais da raça Nelore, com faixa etária próxima aos deste estudo.

Tabela 10 – Correlações simples de Pearson entre as características de morfologia espermática do ejaculado de touros da raça Nelore, com média de idade de 21 meses, criados extensivamente

	DFMA	DFME	DT	DFCB	DFPI	DFCA
DFMA	1,00	0,19	0,94	0,91	0,29	0,53
DFME		1,00	0,52	0,16	0,13	0,76
DT			1,00	0,85	0,30	0,73
DFCB				1,00	0,16	0,20
DFPI					1,00	0,20
DFCA						1,00

DFMA = defeitos maiores; DFME = defeitos menores; DT = defeitos totais; DFCB = defeitos de cabeça; DFPI = defeitos de peça intermediária; DFCA = defeitos de cauda.

As características físicas do ejaculado se relacionaram negativamente com os defeitos espermáticos; ou seja, com o aumento dos defeitos espermáticos (maiores, menores, totais, de cabeça, peça intermediária e cauda), ocorreram diminuições de turbilhonamento, motilidade, vigor espermático e aspecto do sêmen. O volume do ejaculado, como era esperado, não teve relação significativa com os defeitos espermáticos ($P > 0,05$) (Tabela 11).

Como apresentado na Tabela 11, os defeitos menores (DFME) apresentaram baixas correlação, de forma favorável com VOT (-0,08), MOT (-0,18) e VIG (-0,15), não diferindo dos valores encontrados por DIAS (2004), também em animais da raça Nelore. Os defeitos maiores (DFMA) e defeitos totais (DT) apresentaram valores

maiores e muito próximos entre si, mas de correlação negativa com VOT, MOT e VIG. O mesmo comportamento foi verificado por VASCONCELOS (2001) e DIAS (2004) quando trabalharam com animais da raça Nelore de 20 a 22 meses e entre os dois e três anos de idade. SALVADOR (2001), na raça Nelore, verificou mesmo sentido de correlação entre DFMA e DT com MOT, porém de magnitude diferente da obtida neste estudo.

Com relação aos defeitos de morfologia espermática, o PE se relacionou favoravelmente com todas as classificações dos defeitos: defeitos maiores (-0,23), menores (-0,06), totais (-0,22), de cabeça (-0,21), de peça intermediária (-0,05), de cauda (-0,13) (tabela 11). De modo semelhante, VASCONCELOS (2001), SILVA et al. (2002) e DIAS (2004) observaram que as correlações entre PE e patologias espermáticas foram baixas e em sua maioria negativas. SILVA et al. (2002) verificaram valores de correlações parciais em animais da raça Nelore na faixa etária de 18 a 24 meses entre PE e DEFMA, DFME e DT de -0,07, 0,00 e -0,05, respectivamente. SALVADOR (2001) verificou o mesmo sentido de correlação de PE com DFMA e DT, porém em menor grandeza.

Tabela 11 - Correlações simples de Pearson entre as características de biometria testicular e aspectos físicos do ejaculado com as características de morfologia espermática do ejaculado de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente

		MORFOLOGIA ESPERMÁTICA					
		DFMA	DFME	DT	DFCB	DFPI	DFCA
BIOMETRIA TESTICULAR	PE	-0,23	-0,06	-0,22	-0,21	-0,05	-0,13
	CTE	-0,14	-0,11	-0,16	-0,12	-0,10	-0,13
	LTE	-0,24	-0,06	-0,23	-0,23	-0,06	-0,13
	CTD	-0,14	-0,12	-0,17	-0,12	-0,10	-0,14
	LTD	-0,23	-0,05	-0,22	-0,22	-0,06	-0,12
	FOT	-0,05	0,04	-0,03	-0,06	*ns	*ns
	VOT	-0,22	-0,08	-0,23	-0,21	-0,09	-0,14
ASPECTOS FÍSICOS	VOL	*ns	*ns	*ns	*ns	-0,03	*ns
	TURB	-0,32	-0,19	-0,34	-0,26	-0,06	-0,29
	MOT	-0,43	-0,18	-0,44	-0,34	-0,20	-0,35
	VIG	-0,32	-0,15	-0,33	-0,27	-0,14	-0,26
	ASP	-0,30	-0,19	-0,33	-0,27	-0,05	-0,26

PE = perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico; CTE = comprimento do testículo esquerdo; LTE = largura do testículo esquerdo; CTD = comprimento do testículo direito; LTD = largura do testículo direito; FOT = formato testicular; VOT = volume testicular; VOL = volume do ejaculado; TURB = turbilhonamento; MOT = motilidade; VIG = vigor; ASP = aspecto do sêmen; DFMA = defeitos maiores; DFME = defeitos menores; DT = defeitos totais; DFCB = defeitos de cabeça; DFPI = defeitos de peça intermediária; DFCA = defeitos de cauda.

*ns não significativos ($p > 0,05$).

As características de crescimento tiveram relações variadas com as características físicas e morfológicas do sêmen e de biometria testicular (Tabela 12).

O peso ao nascimento apresentou correlações de baixa magnitude com todas as características de biometria testicular, físicas e morfológicas do ejaculado. O valor da correlação verificado entre PESNAS e PE não foi significativo ($p > 0,05$), diferente do valor de 0,15, observado por KNIGHTS et al. (1984), em touros jovens da raça Angus, embora seja uma correlação de baixa magnitude.

Tabela 12 - Correlações simples de Pearson entre características de biometria testicular, aspectos físicos e de morfologia espermática do ejaculado e características ponderais de touros da raça Nelore, com média de idade de 21 meses, criados extensivamente

	PESNAS	PES205	PE450	AL550	PES550
PE	*ns	0,20	0,64	0,14	0,34
CTE	0,04	0,16	0,33	0,07	0,27
LTE	*ns	0,20	0,51	0,14	0,31
CTD	0,04	0,16	0,32	0,06	0,27
LTD	*ns	0,21	0,50	0,13	0,30
FOT	*ns	*ns	0,09	0,04	*ns
VOT	0,04	0,22	0,51	0,13	0,35
VOL	*ns	*ns	0,05	0,06	0,09
TURB	-0,05	*ns	0,22	0,06	0,08
MOT	-0,06	*ns	0,17	0,04	0,07
VIG	-0,04	*ns	0,13	*ns	0,03
ASP	-0,05	*ns	0,21	0,04	0,08
DFMA	0,08	*ns	-0,24	-0,04	-0,10
DFME	*ns	*ns	-0,05	0,03	-0,04
DT	0,07	*ns	-0,23	-0,03	-0,10
DFCB	0,06	*ns	-0,22	-0,04	-0,09
DFPI	*ns	*ns	-0,06	*ns	-0,04
DFCA	0,05	*ns	-0,14	*ns	-0,06

PESNAS = peso corporal ao nascimento; PES205 = peso corporal ajustado para 205 dias de idade; PE450 = perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade; AL550 = altura da garupa ajustada para 550 dias de idade; PES550 = peso corporal ajustado para 550 dias de idade; PE = perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico; CTE = comprimento do testículo esquerdo; LTE = largura do testículo esquerdo; CTD = comprimento do testículo direito; LTD = largura do testículo direito; FOT = formato testicular; VOT = volume testicular; VOL = volume do ejaculado; TURB = turbilhonamento; MOT = motilidade; VIG = vigor; ASP = aspecto do sêmen; DFMA = defeitos maiores; DFME = defeitos menores; DT = defeitos totais; DFCB = defeitos de cabeça; DFPI = defeitos de peça intermediária; DFCA = defeitos de cauda.

*ns não significativos ($p > 0,05$).

O peso à desmama (PES205) foi correlacionado de forma significativa somente com as características de biometria testiculares (exceto formato testicular), embora com valores de baixa magnitude ($p < 0,05$). Com PE, a correlação de PES205 foi de 0,20, valor muito próximo ao verificado por KNIGHTS et al. (1984),

em touros jovens da raça Angus (0,19), demonstrando a pouca relação entre peso à desmama e as características reprodutivas mensuradas entre os 20 e 22 meses.

A altura da garupa ajustada para 550 dias de vida (AL550) apresentou valores de correlação muito baixos, porém significativos ($p < 0,05$), com as características físicas e morfológicas do ejaculado, e valores baixos com as características de biometria testicular. O valor de correlação observado entre PE e AL550 foi de 0,14. Enquanto que o valor de correlação verificado entre PE e altura do posterior aos 365 dias de idade, em touros da raça Hereford, foi de 0,24, observado por BOURDON e BRINKS (1986). PIMENTEL et al. (1984) registraram valor mais alto de correlação (0,78) entre PE e altura da cernelha em animais da raça Charolês dos 6 aos 16 meses.

O peso ao sobreano (PES550) teve correlações de baixa magnitude ($p < 0,05$) com todas as características físicas e morfológicas do ejaculado neste estudo, corroborando com observações de DIAS (2004), em touros da raça Nelore de dois e três anos de idade.

Já com as características biométricas, as correlações foram intermediárias ($p < 0,05$), excetuando-se o formato testicular, para o qual não houve correlação ($p > 0,05$). O PES550 apresentou valor de correlação de 0,35 com o VOT. Da mesma forma, FIELDS et al. (1979) observaram valor de 0,40 entre peso corporal e volume testicular (fórmula do volume da parábola) em touros de várias raças, com idade variando de 16 a 20 meses. Corroborando, DIAS (2004) também verificou baixos valores de correlação entre peso corporal e características físicas do ejaculado (MOT e VIG), identificando, porém, maior valor de correlação entre peso corporal e VOT (0,77), na ocasião do exame andrológico, em touros da raça Nelore.

Observou-se aumento nos valores das correlações entre as características de biometria testicular (PE, CTE, CTD, LTE, LTD, FOT, VOT) com as de peso corporal do nascimento até o sobreano. O PE esteve mais fortemente correlacionado com peso corporal (0,34) que com altura da garupa (0,14) aos 550 dias de idade. YAÑES-CUÉLLAR et al. (1997) observaram valor de 0,72 de correlação entre PE e peso corporal de touros mestiços, com idades de 12 a 24 meses. No presente estudo, o peso ao nascimento não se mostrou relacionado com PE ($p > 0,05$), mas PE, por sua vez, apresentou boa relação com PE450 (0,64), implicando que PE450 pode servir como preditor confiável do potencial reprodutivo do animal em idades menores. YAÑES-CUÉLLAR et al. (1997) verificaram valor de correlação entre PE aos 24 e aos 12 meses em touros mestiços (Brahman, Pardo-Suíço e Holstein) de

0,52 e concluíram que a mensuração do PE em idades jovens prediz o PE em touros adultos. Corroborando, SILVA et al. (2002) também concluíram que em touros jovens o tamanho do PE pode ser utilizado como um dos critérios na seleção de animais de alto potencial reprodutivo.

As correlações entre PE e PESNAS, PES205 e PES55 verificadas neste estudo não foram significativas (0,20 e 0,34, respectivamente). Valores semelhantes foram registrados por BOURDON e BRINKS (1986) em estudo com touros jovens da raça Hereford, com correlação de 0,09 entre PE e PESNAS, 0,28 entre PE e PES205 e 0,37 entre PE e peso aos 365 dias de idade.

Em geral, todas as características referentes aos aspectos físicos do ejaculado, defeitos espermáticos e crescimento corporal estiveram relacionadas em sentido favorável com a maioria das características de biometria testicular (CE, CTD, CTE, LTE, LTD, VOT); indicando que a seleção baseada na biometria testicular não acarretará diminuição na qualidade física e morfológica dos ejaculados e no crescimento corporal dos animais.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os dados avaliados neste estudo, pode-se concluir que:

- Neste estudo, 78 % dos touros avaliados andrológicamente estavam sexualmente maduros entre os 20 – 22 meses, indicando elevada precocidade sexual média do rebanho.

- A classificação em cinco classes andrológicas, proposta por GUIMARÃES (1997), diferenciou claramente os animais maduros (classes andrológicas 1 e 2) dos imaturos (classe andrológica 3) sexualmente, que apresentaram em sua maioria, médias corrigidas para as características físicas e morfológicas do ejaculado, diferentes entre as classes ($p < 0,05$);

- O peso corporal aos 550 dias de idade não influenciou a distribuição dos animais entre as classes andrológicas;

- As médias das características de biometria testicular, aspectos físicos e morfológicos do ejaculado e das características ponderais dos animais estudados estão de acordo ou acima da média constatada na literatura;

- O perímetro escrotal e o volume testicular apresentaram correlações favoráveis com todas as características ponderais, de biométrias testiculares, aspectos físicos e morfológicos do ejaculado e altura da garupa aos 550 dias de idade;
- Os valores de correlações das características estudadas com perímetro escrotal e a facilidade de obtenção da medida, não justificam a utilização do volume testicular na seleção de touros da raça Nelore;
- O formato testicular predominante em animais da raça Nelore com média de idade de 21 meses foi o longo-moderado;
- A seleção aplicada por meio do índice CFM ao rebanho ao longo dos anos, influenciou na mudança do formato testicular na população de touros da raça Nelore, avaliados andrologicamente entre os anos de 1999 e 2003, diminuindo o número de animais com formato longo-moderado e aumentando os animais com formato longo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHUNU, B. K.; ARTHUR, P. F.; KISSIEDU, H. W. A. Genetic and phenotypic parameters for birth and weaning weights of purebred and crossbred Ndama and West African Shorthorn cattle. **Livestock Production Science**. v.51, p. 65 - 171, 1997.
- BAILEY, T. L.; HUDSON, R. S.; POWE, T. A.; RIDDELL, M. G.; WOLFE, D. F.; CARSON, R. L. Caliper and ultrasonographic measurement of bovine testicles and mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. **Theriogenology**. v.49, p.581- 594, 1998.
- 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.
- BARTH, A. D.; OKO, R. J. **Abnormal morphology of bovine spermatozoa**. Ed. Iowa State University Press. 1º ed.,1989.
- BLOM, E. Pathological conditions in the genital organs and in semen as ground for rejection of breeding bulls for import or export to and from Denmark, 1958 – 1982. **Nord. Vet. Med.**, v.35, p.105 - 130, 1983.

- BOURDON, R. M.; BRINKS, J. S. Scrotal circumference in yearling Hereford bulls: adjustment factors, heritabilities and genetic, environmental and phenotypic relationships with growth traits. **Journal of Animal Science**. v.62, p.958 - 967, 1986.
- CARSON, R. L.; WENZEL, J. G. W. Observations using the new bull-breeding soundness evaluation forms in adult and young bulls. In: Hunt, E.; Van Camp, S. D. **The Veterinary Clinics of North America – Food Animal Practice – Bull Infertility**. Ed. W. B Saunders Company, v.13, n.2, p.305 - 311, 1997.
- CBRA – Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. CBRA, 2ed., Belo Horizonte, 1998, 49p.
- COOK, R. B.; COULTER, G. H.; KASTELIC, J. P. The testicular vascular cone, scrotal thermoregulation, and their relationship to sperm production and seminal quality in beef bulls. **Theriogenology**. v.41, p.653 - 671, 1994.
- COSTA E SILVA, E. V. Capacidade reprodutiva de touros Nelore: exame andrológico, teste de comportamento sexual e desafio de fertilidade. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte – MG, 102p., 1994.
- DIAS, J. C. Aspectos andrológicos, biometria testicular e parâmetros genéticos de características reprodutivas de touros nelore, de dois e três anos de idade, criados extensivamente no Mato Grosso do Sul. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte - MG, 54p., 2004
- DIAS, L. T.; EL FARO, L.; FRIES, L. °; ALBUQUERQUE, L. G. Estimativas de parâmetros genéticos para perímetro escrotal e idade ao primeiro parto em animais da raça Nelore. In: **37ª REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**. Anais da 37ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa – M G, 2000.
- FIELDS, M. J.; BURNS, W. C.; WARNICK, A. C. Age, season and breed effect on testicular volume and semen traits in young beef bulls. **Journal of Animal Science**. v.48, n.6, p.1299 - 1304, 1979.
- FONSECA, V. O.; FRANCO, C. S.. BERGMANN, J. A. G. et al. Potencial reprodutivo de touros da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) acasalados com elevado número de vacas. **Arquivo brasileiro de Veterinária e Zootecnia**. v.49, p.53 - 62, 1997.

- FONSECA, V. O.; CRUDELI, G. O.; SILVA, E. V. C.; et al. 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.
- FORMIGONI, I. B. Estimação de valores econômicos para características componentes de índices de seleção em bovinos de corte. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo, 91p., 2002.
- GARCIA, J. M.; PINHEIRO, L. E. L.; OKUDA, H. T. Body development and semen physical characteristic of young Guzerá bulls. **Arquivo de Veterinária**. v.3, n.1, p.47 - 53, 1987.
- GUIMARÃES, J. D. Maximização do uso de touros à campo. In: **I Simpósio de Produção de Gado de Corte**. Anais: I SIMCORTE – Universidade Federal de Viçosa, UFV. Viçosa –MG, p.279 - 296, 1999.
- HAFEZ, E. S. E. **Reproduction in farm animals**. 5th ed. Editora Lea & Febiger. 649p., 1987.
- HAHN, J.; FOOTE, R. H.; SEIDEL JR., G. E. Testicular growth and related sperm output in dairy bulls. **Journal of Animal Science**. v.29, p.41 - 47, 1969.
- HANCOCK, K. L. The morphology of boar spermatozoa. **J. R. Microsc. Soc.** v.76, p.84 - 97, 1957.
- HIGDON III, H. L.; SPITZER, J. C.; HOPKINS, F. M.; BRIDGES JR., W. C. Outcomes of breeding soundness evaluation of 2898 yearling bulls subjected to different classification systems. **Theriogenology**, v. 53, p. 1321 – 1332, 2000,
- HOPKINS, F. M.; SPITZER, J. C. The new society for theriogenology breeding soundness evaluation system. In: Hunt, E.; Van Camp, S. D. **The Veterinary Clinics of North America – Food Animal Practice – Bull Infertility**. Ed. W. B Saunders Company, v.13, n.2, p.283 - 293, 1997.
- KASTELIC, J. P.; SILVA, ° E. D. F.; BARBOSA, R. T.; MACHADO, R. Novos métodos de avaliação da capacidade reprodutiva de touros. In: **III Convenção Nacional da Raça Canchim**. Anais do III Convenção Nacional da Raça Canchim, São Carlos, p.35 - 46, 1997.
- KNIGHTS, S. A.; BAKER, R. L.; GIANOLA, D.; GIBB, J. B. Estimates of heritabilities and of genetic and phenotypic correlations among growth and

- reproductive traits in yearling Angus bulls. **Journal of Animal Science**. v.58, n.4, 1984.
- LARREAL, H.; TROCONIZ, J.; BELTRAN, J., BASTIDAS, P. Scrotal circumference, testicular consistency, body weight and semen traits in Nelore bulls. **Journal of Animal Science**. v.66, supl.1, p.446, 1988.
- 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, p.767 - 774, 1997.
- LUNSTRA, D. D.; ECHTERNKAMP, S. E. Puberty in beef bulls: acrossome morphology and semen quality in bulls of different breeds. **Journal of Animal Science**. v.55, n.3, p.638 - 648, 1982.
- MAKARECHIAN, M.; FARID, A. The relationship between breeding soundness evaluation and fertility of beef bulls under group mating at pasture. **Theriogenology**. v.23, n.6, p.887 - 898, 1985.
- MAKARECHIAN, M.; FARID, A.; BERG, R. T. Scrotal circumference, semen characteristics, growth parameters and their relationships in young beef bulls. **Canadian Journal of Animal Science**. v.65, n.4, p.789 - 798, December 1985.
- MOSER, D. W.; BERTRAND, J. K.; BENYSHEK, L. L.; MCCANN, M. A.; KISER, T. E. Effects of selection for scrotal circumference in Limousin bulls on reproductive and growth traits of progeny. **Journal of Animal Science**. v.74, p.2052 - 2057, 1996.
- NEELY, J. D.; JOHNSON, B. H.; DILLARD, E. U.; ROBISON, O. W. Genetic parameters for testes size and sperm number in Hereford bulls. **Journal of Animal Science**. v.55, n.5, 1982.
- PIMENTEL, C. °; FERREIRA, J. M. M.; MORAES, J. C. F.; CHAGAS, P. R.; AMARAL, C. °; MEDEIROS, E. L.; BENTO, C. L. R. Desenvolvimento testicular e corporal em touros de corte. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v.8. n.1, p.27 - 33, 1984.
- PINTO, P. O.; SILVA, P. R.; ALBUQUERQUE, L. G.; BEZERRA, L. O. F. Avaliação da biometria testicular e capacidade de monta em bovinos das raças Guzerá e Nelore. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v.13, n.3, p.151 - 156, 1989.

- SALVADOR, D. F. Perfis andrológicos, de comportamento sexual e desempenho reprodutivo de touros Nelore desafiados com fêmeas em estro sincronizado – Dissertação (mestrado); UFMG, 53p., Belo Horizonte, 2001.
- SAS USER'S GUIDE: Statistics. 8^a ed. Cary: Sas Institute Inc., 956p., 1999.
- SILVA, O. E. D. F.; UNANIAN, M. M.; CORDEIRO, C. M. T.; FREITAS, O. R. Relação da circunferência escrotal e parâmetros da qualidade do sêmen em touros da raça Nelore, PO. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.3, p.1157 - 1165, 2002.
- SPITZER, J. C.; HOPKINS, F. M. Breeding soundness evaluation of yearling bulls. In: Hunt, E.; Van Camp, S. D. **The Veterinary Clinics of North America – Food Animal Practice – Bull Infertility**. Ed. W. B Saunders Company, v.13, n.2, p.295 - 304, 1997.
- UNANIAM, M. M.; SILVA, O. E. D. F.; MCMANUS, C.; CARDOSO, E. P. características biométricas testiculares para avaliação dos touros zebuínos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.1, p.136 - 144, 2000.
- VALE FILHO, V. R.; PINHEIRO, L. E. L.; BASRUR, P. K. Reproduction in zebu cattle. In: Morrow, D. A. **Current Therapy in Theriogenology**, 2^a ed. W. B. Saunders Company, Philadelphia, p.437 - 442, 1986.
- VASCONCELOS, C. O. P. Estádio de maturidade sexual em touros da raça Nelore, dos 20 aos 22 meses de idade. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Viçosa – UFV, 59p. Viçosa, MG. 2001.
- WOLF, F. R.; ALMQUIST, J. O.; HALE, E. B. Prepuberal behavior and puberal characteristics of beef bulls on high nutrient allowance. **Journal of Animal Science**. v.24, n.2, p.761 - 765, 1965.
- YAÑES-CUÉLLAR, L.; MADRID-BURY, N.; CONTRERAS-DURAN, R.; RINCÓN-URDANETA, E. Relaciones de circunferencia escrotal con edad y peso corporal en toros mestizos. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** v.5, supl.1, p.479 - 481, 1997.

CAPÍTULO 2

Estimativas de Herdabilidades e Correlações Genéticas entre Características Reprodutivas e Ponderais em Touros da Raça Nelore, Criados em Condições Extensivas.

(Genetic correlations and heritability estimates of reproductive and growth traits of Nelore bulls, raised under pasture conditions)

RESUMO: Foram obtidas estimativas de variância fenotípica, genética e residuais, herdabilidades e correlações genéticas em 5903 animais da raça Nelore com média de idade de 21 meses, utilizando-se do método de máxima verossimilhança restrita livre de derivadas, em modelo animal com uma e duas características. Os valores obtidos para herdabilidade foram: pesos ao nascimento ($0,22 \pm 0,05$), à desmama ($0,15 \pm 0,04$) e ao sobreano ($0,18 \pm 0,04$), altura da garupa aos 550 dias de idade ($0,16 \pm 0,04$), perímetro escrotal aos 450 dias de idade (PE450) ($0,24 \pm 0,05$) e na ocasião do exame andrológico (PE) ($0,37 \pm 0,05$), comprimento do testículo esquerdo ($0,24 \pm 0,05$) e direito ($0,26 \pm 0,05$), largura do testículo esquerdo ($0,29 \pm 0,05$) e direito ($0,31 \pm 0,05$), formato testicular variando de 1 a 5 ($0,12 \pm 0,04$), volume testicular ($0,33 \pm 0,06$), comprimento ($0,18 \pm 0,04$) e largura ($0,41 \pm 0,06$) das vesículas seminais, consistência testicular ($0,73 \pm 0,06$), volume ($0,05 \pm 0,02$) e aspecto ($0,07 \pm 0,03$) do ejaculado, turbilhonamento ($0,11 \pm 0,03$), motilidade ($0,08 \pm 0,03$) e vigor ($0,05 \pm 0,02$) espermático, defeitos espermáticos maiores ($0,20 \pm 0,04$), menores ($0,03 \pm 0,02$), totais ($0,19 \pm 0,04$), de cabeça ($0,15 \pm 0,04$), de peça intermediária ($0,02 \pm 0,01$) e de cauda ($0,17 \pm 0,04$). As correlações genéticas entre PE e as características de crescimento, características físicas e morfológicas do ejaculado foram favoráveis. O PE é uma ótima característica para se avaliar e selecionar touros jovens da raça Nelore, em virtude de sua alta herdabilidade e favoráveis correlações genéticas com características ponderais e reprodutivas.

Palavras - chave: herdabilidade, Nelore, características reprodutivas, exame andrológico.

ABSTRACT: It was obtained estimates of phenotypic, genetics and residual variances in 5903 Nellore bulls with mean age of 21 months using Multiple Trait Derivative-Free Restricted Maximum Likelihood (MTDFREML) methodology, in animal model. The values obtained for heritability were: birth weight ($0,22 \pm 0,04$), weaning weight ($0,15 \pm 0,03$) and weight at 550 days of age ($0,18 \pm 0,04$), hip height at 550 days of age ($0,16 \pm 0,04$), scrotal circumference at 450 days of age (SC450) ($0,24 \pm 0,05$) and at soundness evaluation (SC) ($0,37 \pm 0,05$), left ($0,24 \pm 0,05$) and right testicle length ($0,26 \pm 0,05$), left ($0,29 \pm 0,05$) and right testicle width ($0,31 \pm 0,05$), testicle format ($0,12 \pm 0,04$), testicle volume ($0,33 \pm 0,06$), length ($0,18 \pm 0,04$) and width ($0,41 \pm 0,06$) of the seminal vesicles, testicle consistency ($0,73 \pm 0,06$), volume ($0,05 \pm 0,02$) and aspect ($0,07 \pm 0,03$) of the ejaculate, gross motility ($0,11 \pm 0,03$), individual motility ($0,08 \pm 0,03$) and spermatic vigor ($0,05 \pm 0,02$), larger defects ($0,20 \pm 0,04$), smaller defects ($0,03 \pm 0,02$), total defects ($0,19 \pm 0,04$), head defects ($0,15 \pm 0,04$), midpiece defects ($0,02 \pm 0,01$) and tail defects ($0,17 \pm 0,04$) of spermatozoa. The genetic correlations between the SC and the growth traits, physical and morphologic traits of the ejaculate were favorable. The SC is a good trait to evaluate and to select young Nellore bulls due to its high heritability and favorable genetic correlations with growth and reproductive traits.

Key - words: Heritability, Nellore, reproductive traits, breeding soundness evaluation.

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de se conhecer as relações genéticas das características reprodutivas em animais zebuínos, principalmente na raça Nelore, surgem, em primeira instância, para o direcionamento dos programas de melhoramento genético da raça. Atualmente, há necessidade de adaptação da raça aos novos padrões de produtividade exigidos pelos agentes produtivos, que necessitam de animais terminados com mais rapidez e melhor qualidade de carcaça. Contudo, para se alcançar essa meta, conhecimentos mais detalhados sobre os aspectos de precocidade, tanto de crescimento como de desenvolvimento sexual, são necessários.

O impacto econômico do melhoramento genético do macho bovino na produção e reprodução é maior que impacto do melhoramento da fêmea bovina, visto que o número de descendentes deixados por um touro por ciclo produtivo em rebanhos de produção, é muitas vezes maior que o alcançado por uma fêmea (CORAH et al., 1994).

O Brasil, com aproximadamente 8.511.965 km² de extensão, é portador do segundo maior rebanho bovino do mundo, com cerca de 185 milhões de cabeças (IBGE, 2004). Conhecer o caráter genético das características reprodutivas dos machos bovinos ganha enorme importância quando se pretende maximizar a produtividade (SOUZA et al., 1997).

Neste estudo, objetivou-se estimar as variâncias genéticas, fenotípicas e residuais, assim como herdabilidade e correlações genéticas de características reprodutivas em touros da raça Nelore criados extensivamente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização do experimento

Os dados foram analisados na Universidade Federal de Viçosa, no Laboratório de Melhoramento Genético do Departamento de Zootecnia e no Laboratório de Reprodução Animal do Departamento de Veterinária. Os dados pertencem à Fazenda São Francisco, de propriedade da Agro-Pecuária CFM Ltda,

localizada no município de Magda, situada na região noroeste do estado de São Paulo, latitude de 20 – 21° Sul da linha do Equador e longitude de 50 – 51° Oeste do meridiano Greenwich, com temperatura média de 24°C, e precipitação pluviométrica anual de 1.189 mm³.

2.2. Animais e manejo

Foram utilizados 6.072 touros jovens da raça Nelore, nascidos nas estações de parição (1° de agosto a 31 de dezembro) nos anos de 1997 a 2001, na fazenda São Francisco, avaliados por meio de exames andrológicos.

A seleção dos animais para o exame andrológico foi feita de acordo com o “rank” dos mesmos, baseado no índice CFM individual, que pondera valores de 20% para peso à desmama, 40% para ganho de peso da desmama ao sobreano, 20% para musculosidade e 20% para perímetro escrotal - calculado pelo Grupo de Melhoramento Animal (GMA) da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP - Pirassununga (SUMÁRIO DE TOUROS NELORE CFM, 2001).

Os animais foram criados à pasto, predominantemente de capim *Brachiaria decumbens* e colônia (*Panicum maximum*). Por motivos mercadológicos de apresentação dos produtos (tourinhos) para a venda, após os 18 meses de idade, foram confinados e alimentados com silagem de milho, sal mineral e água *ad libitum*. Na faixa etária de 20 a 22 meses de idade, foram realizados os exames andrológicos, pela equipe do Laboratório de Reprodução Animal do Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa.

Todos os animais apresentaram registro genealógico e, portanto, com ascendentes conhecidos, assim como data de nascimento e pesagens ao nascimento, à desmama e aos 550 dias. Exceto os filhos de RM, que corresponderam às fêmeas servidas por um grupo de touros em particular, logo o pai foi considerado igual a zero (0).

2.3. Mensurações testiculares e peso corporal

As características ponderais estudadas foram peso corporal ao nascimento (PESNAS), peso corporal ajustado para 205 dias de idade ou desmama (PES205),

peso corporal ajustado para 550 dias de idade ou sobreano (PES550) e altura da garupa ajustada para 550 dias de idade (AL550). O perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade (PE450) e na ocasião do exame andrológico (PE) foram englobados nas características biométricas reprodutivas.

Após a contenção individual dos animais em troncos especiais, foram realizadas mensurações testiculares que compreenderam comprimento, largura e perímetro escrotal e classificados a consistência testicular e o comprimento do prepúcio. As mensurações para comprimentos e larguras testiculares foram obtidas com auxílio de paquímetro, sendo comprimento mensurado no sentido mais longo da gônada (dorso-ventral), incluindo a cabeça e excluindo a cauda do epidídimo, e a largura na região mais larga da gônada, no sentido latero-medial, utilizando como referência o corpo do animal. O perímetro escrotal foi obtido com auxílio de fita métrica, após leve tracionamento ventro-caudal das gônadas e na região mais larga do escroto. A consistência testicular foi classificada de 1 (consistência firme) a 5 (consistência muito flácida) e o comprimento da bainha de 1 (prepúcio curto e próximo ao corpo) a 3 (prepúcio longo e pendular, ultrapassando a linha horizontal imaginária na altura do jarrete).

O peso corporal foi mensurado na fazenda, em animais sem prévio jejum ao nascimento, à desmama e ao sobreano em balanças eletrônicas, sendo posteriormente corrigidos pelo método dos polinômios segmentados para a idade de 550 dias de vida (ELER, 2004 - comunicação pessoal).

2.3.1. Formato testicular

Para determinação do formato testicular, adotou-se os critérios utilizados por BAILEY et al. (1996) onde as gônadas foram distribuídas em longo, longo-moderado, longo-oval, oval-esférico e esférico. A inclusão de cada animal nestas classes foi realizada por meio da obtenção da razão entre a largura testicular média (média das larguras do testículo esquerdo e direito) e o comprimento testicular médio (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, onde 0,5 significa largura igual à metade do comprimento e 1 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 0,51 a 0,625;
- 3 - testículos com formato longo-oval: razão 0,626 a 0,750;
- 4 - testículos com formato oval-esférico: razão 0,751 a 0,875;
- 5 - testículos com formato esférico: razão $> 0,875$.

Após a determinação do formato testicular, empregou-se a classe do formato testicular para determinar o volume testicular, adotando as formas preconizadas por FIELDS et al. (1979) para testículos em formato cilíndrico (longo, longo-moderado e longo-oval) representadas pela fórmula:

Vol = 2[(r²) x π x L], onde:

r = raio da largura testicular;

π = fator de correção (3,14);

L = comprimento testicular

Para testículos com formato esférico (quando as gônadas foram classificadas como ovóide-esférico e esférico), foi utilizada a fórmula preconizada por BAILEY et al. (1998):

Vol = 4/3 (π) (L/2)(w/2)², onde:

w = largura testicular;

π = fator de correção (3,14);

L = comprimento testicular

2.4. Avaliação do sêmen

Logo após a coleta, foi realizado exame das características físicas do ejaculado, como volume e cor, e ao microscópio, foi analisado o movimento em massa (turbilhonamento), numa escala de 1 a 5. Para tanto, 10 μ L de sêmen foi colocado sobre lâmina, previamente aquecida a 37°C e, com auxílio de microscopia convencional, e aumento de 200X, avaliou-se o turbilhonamento. Posteriormente, com outra alíquota de sêmen (10 μ L) entre lâmina e lamínula, previamente aquecidas

a 37°C, foram avaliados a motilidade espermática progressiva retilínea (0 – 100%) e o vigor espermático (0 – 5), com aumento de 200 a 400X em microscópio de contraste de fase da marca OLYMPUS modelo 400B.

Para análise morfológica dos espermatozóides, uma amostra de sêmen foi acondicionada e estocada em 1 mL de formol salina tamponada (HANCOCK, 1957). Nesta avaliação, adotou-se a metodologia preconizada por BLOM (1983), registrando-se os defeitos de cabeça, cauda e acrossoma e classificando as anomalias em defeitos espermáticos maiores, menores e totais. Foram analisadas 400 células espermáticas por ejaculado, com auxílio de microscópio de contraste de fase, e aumento de 1000X. Posteriormente, as anomalias foram agrupadas em defeitos de cabeça, de peça intermediária e defeito de cauda.

2.5. Idade à puberdade, maturidade sexual e interpretação dos exames andrológicos

A determinação da idade à maturidade sexual foi feita de acordo com GARCIA et al. (1987), cuja definição se baseia no fato de os animais apresentarem ejaculados com defeitos maiores inferiores a 15% e defeitos espermáticos totais inferiores a 30%. Adicionalmente, a maturidade foi classificada segundo GUIMARÃES (1997), com base no estudo do processo espermatogênico, fisiopatologia da reprodução e características físicas e morfológicas no momento da coleta, resultando em cinco classes andrológicas:

- 1** - animais maduros sexualmente, aptos à reprodução, de acordo com os padrões recomendados pelo CBRA (1998);
- 2** - animais maduros sexualmente, com índices de patologias espermáticas, sem comprometimento da capacidade fecundante das células espermáticas. Portanto, aptos à reprodução em regime de monta natural;
- 3** - animais imaturos sexualmente, temporariamente inaptos à reprodução;
- 4** - animais descartados em função de espermiogênese imperfeita severa;
- 5** - animais descartados em função de alterações morfológica dos órgãos genitais

2.6. Descrição do banco de dados

O banco de dados inicial foi formado pela junção de dois bancos de dados. O primeiro continha dados andrológicos e o segundo, dados zootécnicos do rebanho.

Os dados andrológicos compreenderam as avaliações andrológicas de touros nascidos na fazenda São Francisco nos anos de 1997 a 2001 e selecionados para exame andrológico pelo índice CFM individual entre os anos de 1999 e 2003. O banco de dados continha os registros de todas as características físicas e morfológicas do sêmen dos tourinhos (Laboratório de Reprodução DVT - UFV), além de identificação, data de nascimento, fazenda e conclusão do exame andrológico em cinco classes, de acordo com GUIMARÃES (1997). Os dados zootécnicos do rebanho continham os registros referentes à genealogia (pai e mãe), data de nascimento da mãe, peso ao nascimento, à desmama e ao sobreano, perímetro escrotal e altura da garupa aos 550 dias de idade. Todos os dados em idades fixas, como peso corporal ajustado para 205 dias de idade (PES205), peso corporal (PES550) e altura da garupa (AL550) ajustados para 550 dias de idade e perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade (PE450), foram corrigidos pelo método dos polinômios segmentados de acordo com ELER (2004 - comunicação pessoal).

O banco de dados inicial foi constituído de 7442 dados de exames andrológicos, repetidos em até, quatro coletas de sêmen por animal. Havia 6072 animais diferentes, distribuídos em 6072 animais com dados de 1^a coleta, 1144 animais com dados de 2^a coleta, 204 com dados de 3^a coleta e 22 animais com dados de 4^a coleta de sêmen.

2.7 Análise de consistência e restrições

Para a realização das análises genéticas, foram impostas restrições ao banco de dados, objetivando-se manter somente dados andrológicos de primeira coleta, para se estimar as variâncias genéticas aditiva, fenotípica e residual, além das estimativas de herdabilidade e correlações genéticas das características presentes no exame andrológico (CBRA, 1998) e das características ponderais e suas respectivas correlações genéticas com parâmetros reprodutivos.

Foram retirados do banco inicial animais sem dados de pai e mãe confiáveis. Ainda para melhor interpretação dos dados, foram feitas restrições em que se excluíram touros com menos de cinco filhos, grupos contemporâneos com menos de quatro indivíduos e grupos de contemporâneos sem variabilidade, permanecendo 5.903 animais para análise.

2.8. Análises estatísticas

As estimativas de componentes de variâncias e herdabilidade acompanhada do erro-padrão foram obtidas segundo metodologia dos modelos mistos, sob modelos animais pelo método da máxima verossimilhança restrita livre de derivadas, por meio do algoritmo MTDFREML (DODENHOFF e VAN VLECK et al., 1998). O programa utiliza o algoritmo simplex para localizar o mínimo de $-2\text{Log } L$ (L =função de verossimilhança). Os componentes de variância que minimizam $-2\text{Log } L$ são estimativas de máxima verossimilhança, que maximizam a função de verossimilhança.

Como critérios de convergência, utilizou-se a variância dos valores do simplex ($-2\text{Log } L$) inferiores a 10^{-9} . Após cada convergência, o programa foi reiniciado, usando as estimativas obtidas anteriormente como valores iniciais. O procedimento foi repetido até que diferenças entre as estimativas das duas últimas convergências fossem menores que 10^{-6} (SARMENTO, 2003).

Os valores iniciais dos componentes de variância genética e residual foram obtidos a partir do desvio-padrão da característica. Nas análises conjuntas com duas características, os componentes de variância utilizados foram os estimados nas análises com uma característica. Nas análises que consideraram o efeito materno, a covariância entre efeito genético direto e materno foi considerada igual a zero (MARCONDES et al., 2002). Os valores iniciais de covariância genética e residual foram obtidos pela fórmula de determinação das correlações (HENDERSON e QUAAS, 1976), descrita a seguir:

$$\sigma_{12} = r_{12} \sqrt{\sigma_1^2 \cdot \sigma_2^2} \text{ ou } r_{12} \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2$$

em que:

σ_{12} = covariância entre a característica 1 e 2;

r_{12} = correlação entre a característica 1 e 2;

σ_1^2 = variância da característica 1;

σ_2^2 = variância da característica 2.

O modelo adotado, em notação matricial, para as características ponderais foi:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}_1\boldsymbol{\mu} + \mathbf{Z}_2\mathbf{m} + \mathbf{e}$$

em que:

\mathbf{Y} = vetor das variáveis dependentes;

\mathbf{X} = matriz de incidência que relaciona os efeitos fixos às observações;

$\boldsymbol{\beta}$ = vetor das soluções dos efeitos fixos;

\mathbf{Z}_1 e \mathbf{Z}_2 = matrizes de incidência que relaciona os efeitos aleatórios genético direto e materno, respectivamente, às observações;

$\boldsymbol{\mu}$ = vetor dos efeitos genéticos diretos;

\mathbf{m} = vetor dos efeitos genéticos maternos;

\mathbf{e} = vetor de efeitos residuais aleatórios.

Para análises das características reprodutivas, adotou-se o mesmo modelo estatístico, excluindo-se o efeito genético materno. Os efeitos fixos considerados nas análises, com uma e duas características foram os mesmos utilizados na análise de variância do capítulo 1 (item 2.8.1).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos para as estimativas de componentes de variância fenotípica (σ_p^2), genética aditiva direta (σ_a^2), genética aditiva materna (σ_m^2) e residual (σ_e^2) são sumariados na Tabela 1.

Os valores de herdabilidade encontrados para as características ponderais e perímetro escrotal aos 450 dias de idade serão discutidos conjuntamente, pois estas

características apresentaram valores para herdabilidade aditiva materna, que foram estimados desconsiderando-se as covariâncias entre os componentes de variância genética aditiva direta e materna das características estudadas.

As médias \pm desvios-padrão e coeficientes de variação observados para as características ponderais e reprodutivas (biométricas, físicas e morfológicas do sêmen), são apresentadas na Tabela 1A do Anexo.

A característica PESNAS teve valor de herdabilidade aditiva direta de 0,22 e herdabilidade aditiva materna de 0,17. ELER et al. (1996) com 24.562 dados e ELER et al. (2001a) com 47.102 dados de peso ao nascer do mesmo rebanho desse estudo, estimaram valores de 0,37 e 0,33 para a herdabilidade aditiva direta e 0,11 e 0,07 para a herdabilidade aditiva materna, respectivamente. A comparação entre os valores verificados por ELER e nesse estudo demonstram diferenças, possivelmente, devido a estrutura da população (somente touros jovens selecionados para o exame andrológico). BOURDON e BRINKS (1986), estudando touros da raça Hereford, verificaram valor próximo ao encontrado neste estudo, de $0,38 \pm 0,06$ para herdabilidade da característica PESNAS. Já AHUNU et al. (1997) estudando animais puros e cruzados das raças Ndama e Shorthorn do Oeste Africano e utilizando o programa DFREML verificaram valores de 0,45 para herdabilidade aditiva direta de peso ao nascimento. Adicionalmente, KNIGHTS et al. (1984) observaram alto valor de herdabilidade (0,70) para PESNAS em touros jovens (12 meses) da raça Angus. O valor de herdabilidade materna para PESNAS registrado neste estudo implica na grande influência materna, possivelmente pela sua capacidade uterina e adaptabilidade ao meio.

Tabela 1 - Estimativas de variância fenotípica (σ_p^2), genética aditiva direta (σ_a^2), aditiva materna (σ_m^2) e residual (σ_e^2), de herdabilidades aditiva direta (h^2_a), aditiva materna (h^2_m) e da proporção da variância total atribuída ao erro (e^2) em touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente

Variáveis	σ_p^2	σ_a^2	σ_m^2	σ_e^2	$h^2_a \pm E. P.$	$h^2_m \pm E. P.$	$e^2 \pm E. P.$
PESNAS	11,01	2,38	1,82	6,80	0,22 \pm 0,047	0,17 \pm 0,026	0,62 \pm 0,040
PES205	252,19	37,39	64,72	150,09	0,15 \pm 0,036	0,26 \pm 0,025	0,60 \pm 0,033
PES550	493,90	91,24	52,47	350,18	0,18 \pm 0,040	0,11 \pm 0,025	0,71 \pm 0,036
AL550	10,60	1,74	0,34	8,53	0,16 \pm 0,037	0,03 \pm 0,024	0,80 \pm 0,035
PE450	4,66	1,13	0,47	3,06	0,24 \pm 0,047	0,10 \pm 0,026	0,66 \pm 0,040
PE	5,17	1,91	-	3,26	0,37 \pm 0,050	-	0,63 \pm 0,050
CTE	0,99	0,23	-	0,75	0,24 \pm 0,048	-	0,76 \pm 0,048
LTE	0,20	0,06	-	0,14	0,29 \pm 0,053	-	0,71 \pm 0,053
CTD	0,98	0,25	-	0,73	0,26 \pm 0,051	-	0,74 \pm 0,051
LTD	0,22	0,68	-	0,15	0,31 \pm 0,054	-	0,69 \pm 0,054
FOT	0,21	0,26	-	0,19	0,12 \pm 0,036	-	0,88 \pm 0,036
VOT	-	6026,86	-	-	0,33 \pm 0,056	-	0,67 \pm 0,056
CV	0,84	0,15	-	0,69	0,18 \pm 0,044	-	0,82 \pm 0,044
LV	0,36	0,15	-	0,21	0,41 \pm 0,059	-	0,59 \pm 0,059
CT	0,02	0,01	-	0,005	0,73 \pm 0,062	-	0,27 \pm 0,062
VOL	2,74	0,13	-	2,61	0,05 \pm 0,021	-	0,95 \pm 0,021
TURB	1,29	0,14	-	1,15	0,11 \pm 0,029	-	0,89 \pm 0,029
MOT	188,43	14,80	-	173,63	0,08 \pm 0,027	-	0,92 \pm 0,027
VIG	0,42	0,02	-	0,40	0,05 \pm 0,022	-	0,95 \pm 0,022
ASP	0,47	0,03	-	0,44	0,07 \pm 0,028	-	0,93 \pm 0,028
DFMA	228,96	45,09	-	183,87	0,20 \pm 0,042	-	0,80 \pm 0,042
DFME	40,28	1,02	-	39,26	0,03 \pm 0,018	-	0,97 \pm 0,018
DT	306,75	54,00	-	247,75	0,19 \pm 0,043	-	0,81 \pm 0,043
DFCB	149,58	22,41	-	127,17	0,15 \pm 0,038	-	0,85 \pm 0,038
DFPI	2,02	0,05	-	1,98	0,02 \pm 0,015	-	0,98 \pm 0,015
DFCA	88,34	15,43	-	72,91	0,17 \pm 0,042	-	0,83 \pm 0,042

PESNAS = peso corporal ao nascimento; PES205 = peso corporal ajustado para 205 dias de idade; PE450 = perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade; AL550 = altura da garupa ajustado para 450 dias de idade; PES550 = peso corporal ajustado para 550 dias de idade; PE = perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico; CTE = comprimento do testículo esquerdo; LTE = largura do testículo esquerdo; CTD = comprimento do testículo direito; LTD = largura do testículo direito; FOT = formato testicular; VOT = volume testicular; CV = comprimento da vesícula seminal; LV = largura da vesícula seminal; CT = consistência testicular; VOL = volume do ejaculado; TURB = turbilhonamento; MOT = motilidade; VIG = vigor; ASP = aspecto do sêmen; DFMA = defeitos maiores; DFME = defeitos menores; DT = defeitos totais; DFCB = defeitos de cabeça; DFPI = defeitos de peça intermediária; DFCA = defeitos de cauda.

Para a característica PES205, foram verificados os valores de herdabilidade aditiva direta de 0,15 e herdabilidade aditiva materna de 0,26. Estes valores denotam que a influência da genética materna, por meio dos cuidados maternos, da produção de leite e da diminuição do estresse para o bezerro é mais herdável que a capacidade inerente do animal em ganhar peso até à desmama. Da mesma forma, MARCONDES et al. (2002) registraram valores de herdabilidade de peso à desmama

(240 dias) variando de 0,08 a 0,10 e herdabilidade aditiva materna entre 0,19 e 0,23, em animais da raça Nelore. Ainda com a mesma raça, SOUZA et al. (1997), estudando animais de oito regiões diferentes do Brasil, observaram valores de herdabilidade aditiva direta para PES205 (em machos e fêmeas) que variaram de 0,17 a 0,38, sendo que, na mesma região em que foi realizado este estudo, o valor encontrado foi de 0,34.

Diferentemente, ELER et al. (1996) e ELER et al. (2001a) estimaram valores maiores para herdabilidade aditiva direta (0,29 e 0,24, respectivamente), do que para herdabilidade aditiva materna (0,08 e 0,04, respectivamente) do PES205 em animais da raça Nelore. Já na literatura internacional, AHUNU et al. (1997) também verificaram maiores valores para herdabilidades aditiva direta (0,38), do que para herdabilidade aditiva materna (0,32) do peso à desmama em animais da raça Ndama e Shorthorn do Oeste Africano. KNIGHTS et al. (1984) registraram valor de $0,46 \pm 0,05$ para a herdabilidade aditiva direta de PES205 em animais da raça Angus, valor também considerado alto. Contudo, valores próximos ao do presente estudo foram verificados por NEELY et al. (1982) para herdabilidade aditiva direta de PES205, que foi de $0,15 \pm 0,17$. Porém, os autores utilizaram o modelo de meio-irmãos paternos para estimar este valor em touros da raça Hereford. Em touros jovens da raça Hereford, BOURDON e BRINKS (1986) registram valor de herdabilidade para PES205 de $0,54 \pm 0,06$.

Para a variável peso aos 550 dias de idade (PES550), os valores obtidos foram de 0,18 para herdabilidade aditiva direta e 0,11 para herdabilidade aditiva materna. EVERLING et al. (2001) observaram valor de herdabilidade aditiva direta de 0,18 para PES550, avaliados em 53.938 animais Nelore-Angus. No presente estudo, o valor verificado de herdabilidade aditiva materna para PES550 foi elevado, indicando ainda que há forte influência da genética aditiva materna no desenvolvimento ponderal dos animais até o sobreano. Valores maiores de herdabilidade aditiva direta para PES550 (de 0,38 a 0,47) e menores para herdabilidade aditiva materna (0,03) foram verificados por MARCONDES et al. (2002) em animais da raça Nelore. ELER et al. (1996), estudando 20.124 dados de PES550 na raça Nelore, também verificaram valores maiores de herdabilidade aditiva direta (0,30) e menores de herdabilidade aditiva materna (0,04) para essa característica, porém, demonstrando pouca influência materna.

Em geral, quando comparados estudos que estimaram valores de herdabilidade em modelos desconsiderando o efeito materno e, ou efeito de ambiente permanente, os valores encontrados foram superiores aos dos estudos que estimaram conjuntamente um ou outro efeito além do direto (MARCONDES et al., 2002; BITTENCOURT et al., 2002).

O valor de herdabilidade aditiva direta para a altura da garupa aos 550 dias de idade (AL550) verificado foi de 0,16 e a herdabilidade aditiva materna foi de 0,03. Em estudo no mesmo rebanho, porém utilizando dados de 16.035 animais, e empregando modelo touro e o método \square (para estimar os componentes de covariância e variância), SILVA et al. (2003) observaram valor de 0,30 para altura da garupa aos 450 dias. Já ELER et al. (2001b), utilizando dados de 27.575 animais do mesmo rebanho desse estudo, estimaram valor de herdabilidade aditiva direta de 0,37 para altura da garupa ajustada para 450 dias de idade. Na maioria dos estudos estrangeiros, os valores de herdabilidade para altura da garupa foram elevados. VARGAS et al. (1998) em animais da raça Brahman aos 18 meses (ambos os sexos), observaram valor de 0,65, enquanto que BOURDON e BRINKS (1986) observaram valores de $0,43 \pm 0,08$ e $0,55 \pm 0,08$ em touros da raça Hereford aos 205 dias de idade e aos 365 dias de idade, respectivamente.

Quando comparada a diminuição da altura da garupa ajustada para 550 dias de idade entre os anos e a não diferença dentro das várias classes andrológicas (Capítulo 1) com a correlação genética observada nesta população entre PE e AL550 de $-0,14$, supõe-se que esta pequena diminuição na AL550 entre os anos seja em função da seleção imposta pelo programa de melhoramento da empresa. Uma explicação fisiológica para o fato é a ação dos hormônios esteróides, que causam a estagnação do crescimento ósseo nas placas epifisárias em animais mais precoces sexualmente (BONSMA, 1966).

Considerando a característica PE450, o valor da herdabilidade aditiva direta foi de 0,24 e de herdabilidade aditiva materna de 0,10, isto demonstrando que ainda há até a idade de 450 dias, influência considerável da genética materna no desenvolvimento reprodutivo do futuro touro. Portanto, espera-se que touros filhos de mães com maior habilidade materna tenham desenvolvimento do sistema reprodutivo mais precocemente. ELER et al. (2001b) estimaram valor de 0,52 para herdabilidade aditiva direta do PE450 em 28.169 dados de animais da raça Nelore. NEELY et al. (1982) e KNIGHTS et al. (1984) observaram valores muito próximos

ao deste estudo ($0,44 \pm 0,24$ e $0,36 \pm 0,06$, respectivamente). Entretanto, os autores estimaram a herdabilidade de PE aos 365 dias de idade em animais das raças Hereford e Angus e não notaram diferença entre contribuições genéticas aditiva materna e aditiva direta.

A estimativa de herdabilidade aditiva direta de PE verificada no presente estudo foi de 0,37, podendo ser considerada de média a alta. Em estudos realizados com animais da raça Nelore no Brasil e Paraguai, foram observados valores muito próximos aos registrados no presente estudo, sendo: SARREIRO et al. (2000) de 0,30, SARREIRO (2001) e ORTIZ PEÑA et al. (2001) de 0,40 e 0,41 (corrigido para idade), SARREIRO et al. (2002) de 0,38 e DIAS et al. (2000) de 0,43. Ainda com animais da mesma raça, outros autores registraram valores maiores, como ELER et al. (1996) de 0,52, PEREIRA et al. (2000) de 0,51 e ORTIZ PEÑA et al. (2001) de 0,47 (valor corrigido para idade e peso corporal). Entretanto, valores de herdabilidade para PE, em touros da raça Nelore, muito superiores foram registrados por QUIRINO (1999); 0,81 (não ajustado para peso corporal) e 0,71 (ajustado para peso corporal), por BERGMANN et al. (1997); de 0,87 e DIAS (2004); 1,00.

Em outras raças, BOURDON e BRINKS (1986) e MEYER et al. (1990) verificaram valores de herdabilidade aditiva direta para PE de 0,49 (valor ajustado para idade) e 0,53 em animais da raça Hereford, respectivamente. EVERLING et al. (2001) e EVERLING et al. (2000), em animais Nelore-Angus e Angus, estimaram valores de herdabilidade aditiva direta para PE corrigido para peso e idade de 0,30 e 0,27, respectivamente. MEYER et al. (1990), em touros da raça Angus e em animais cruzados estimaram valores de 0,42 e 0,26, respectivamente. VARGAS et al. (1998), em animais da raça Brahman, verificaram valor de 0,28.

Adicionalmente, outros estudos que se empregou metodologia limiar para estimação do componente de variância (método \square), EVANS et al. (1999), em animais da raça Hereford, e ELER et al. (2003), em animais da raça Nelore, estimaram herdabilidades de 0,71 e 0,42, respectivamente.

Todos os valores apresentados, inclusive os deste estudo, demonstram a existência de variância genética aditiva favorável para seleção de reprodutores baseada no PE.

Para as características CTE e CTD, foram estimados valores de herdabilidade aditiva direta de 0,24 e 0,26, respectivamente. Valores próximos foram observados por QUIRINO (1999) quando, no modelo estatístico, foi considerado peso corporal.

Porém, quando peso corporal não foi empregado no modelo, os valores estimados foram maiores. Valores bem superiores (0,89) foram registrados por BERGMANN et al. (1997) para a mesma característica (CTD). NEELY et al. (1982), utilizando o modelo de meio-irmãos paternos, estimaram valor de $0,16 \pm 0,21$ para CTD em touros da raça Hereford aos 365 dias de idade, sendo pouco menor que o encontrado neste estudo.

Os valores de herdabilidade aditiva direta obtidos neste estudo para LTE e LTD foram de 0,29 e 0,31, respectivamente. Como para comprimentos testiculares, os valores observados por QUIRINO (1999), quando o modelo empregado considerou o peso corporal, foram próximos aos deste estudo. No entanto, valores muito superiores foram registrados por BERGMANN et al. (1997) para LTE (0,89) e para LTD (0,85). Para a característica LTD, NEELY et al. (1982) estimaram valor de herdabilidade de $0,40 \pm 0,24$, em touros da raça Hereford aos 365 dias de idade.

Dessa forma, as características biométricas LTD, LTE, CTD e CTE apresentaram variância genética aditiva, caracterizando-se como passíveis de resposta à seleção.

As herdabilidades aditivas diretas estimadas para as características de FOT, ASP, TURB, VIG, CT e VOT foram baixas, exceto para CT e VOT (Tabela 1). Porém, todas estas características foram distribuídas categoricamente, o que viola a pressuposição de distribuição normal das variáveis utilizada pelo método de análise empregado (MACKINNON et al., 1990; QUIRINO, 1999).

Para formatos testiculares (FOT), classificados de 1 (longo) a 5 (esférico), o valor de herdabilidade registrado foi de 0,12. Para aspecto do ejaculado (ASP), classificado de 1 (aspecto aquoso) a 4 (aspecto cremoso), o valor de herdabilidade aditiva direta registrado foi de 0,07. Não foram encontrados trabalhos que estimassem a herdabilidade aditiva direta para essas características. Contudo, os valores observados indicam que, a seleção para estas características apresentará uma resposta muito pequena.

Para turbilhonamento (TURB), classificado de 0 (sem presença de movimento em massa) a 5 (ondas escuras e com movimento acelerado), o valor verificado para herdabilidade aditiva direta foi de 0,11. Estimativa semelhante foi registrada por QUIRINO (1999) para mesma característica (0,06).

Para vigor espermático (VIG), classificado de 1 (apenas movimentos vibratório laterais) a 5 (movimentos muito rápido e progressivo), o valor estimado da

herdabilidade aditiva direta foi de 0,05. Assim como neste estudo, SARREIRO et al. (2000), SARREIRO (2001) e DIAS (2004) observaram valores de herdabilidade aditiva direta para vigor espermático em animais da raça Nelore de 0,11, 0,03 e 0,08, respectivamente. No entanto, alguns autores, como BERGMANN et al. (1997) e QUIRINO (1999), observaram valores de herdabilidade bem mais altos, variando de 0,54 a 0,59, também em animais da raça Nelore. Possivelmente, os estudos mais recentes na literatura estejam estimando mais adequadamente o valor da herdabilidade para VIG.

Para a característica consistência testicular (CT), classificada de 1(firme) a 5 (muito flácido ou fibrosado), o valor de herdabilidade aditiva direta observado foi de 0,73. Valor bem superior ao observado por QUIRINO (1999) (0,17) e por DIAS (2004) (0,43), apesar de a classificação para CT dos autores ser diversa da adotada neste estudo.

Para volume testicular (VOT), obteve-se estimativa de herdabilidade aditiva direta de 0,33. Em animais da raça Nelore, QUIRINO et al. (1999) registrou valor muito próximo ao registrado neste estudo (0,30), quando o modelo estatístico foi ajustado para peso corporal, e um valor muito superior (0,50), quando não considerou o peso corporal no modelo estatístico. Entretanto, houve diferenças entre as fórmulas empregadas pelos autores para cálculos do volume testicular, já que QUIRINO (1999) adotou a fórmula preconizada por TOELLE e ROBISON (1985) e, no presente estudo, adotou-se as fórmulas de FIELDS et al. (1979), para testículos com formato longo, longo-moderado e longo-oval, e a de BAILEY et al. (1998), para testículos com formato oval-esférico e esférico. DIAS (2004), utilizando a fórmula do volume da parábola, encontrou valor de 1,00 para a herdabilidade da característica VOT.

Os valores deste estudo sugerem que a característica volume testicular também pode ser utilizada como critério de seleção em animais da raça Nelore, quando se pretende obter animais com maiores volumes testiculares, pois o volume testicular também influencia a produção espermática (BAILEY et al., 1996). No entanto, deve-se ressaltar a correlação elevada desta característica com PE, sendo esta última, uma medida mais simples e rápida para ser obtida a campo, logo a mais indicada. Entretanto, quando se emprega as fórmulas para cálculo do volume testicular tendo por base o formato (razão da largura com comprimento) não é muito mais difícil a obtenção das mensurações à campo.

O comprimento da vesícula seminal (CV) e a largura da vesícula seminal (LV) apresentaram valores de herdabilidade aditiva direta de 0,18 e 0,41, respectivamente. Não foram encontrados trabalhos em que se estimou a herdabilidade aditiva direta dessas características.

O valor da herdabilidade aditiva direta observado para VOL foi de 0,05. BERGMANN et al (1997) estimaram valor de herdabilidade aditiva direta de 0,10 para a mesma característica, em touros da raça Nelore. No entanto, QUIRINO (1999) observou valor de herdabilidade aditiva direta (0,20) em animais da raça Nelore e DUCROCQ e HUMBLOT (1995) verificaram elevado valor de herdabilidade aditiva direta (0,65) em animais da raça Normanda.

O valor registrado neste estudo para MOT (0,08) está em consonância com os estimados por QUIRINO (1999), BERGMANN et al. (1997) e DIAS (2004) que, estudando dados de touros da mesma raça, observaram valores de 0,15, 0,12 e 0,10, respectivamente. Já DUCROCQ e HUMBLOT (1995), utilizando um escore para motilidade (1 a 4), obtiveram valor de herdabilidade de 0,23 em touros da raça Normanda. SARREIRO et al. (2000) e SARREIRO (2001) registraram valor muito baixo para herdabilidade de MOT (0,01) em animais da raça Nelore. Adotando escores para motilidade e estimando a percentagem de células vivas, parâmetro muito próximo de MOT, KNIGHTS et al. (1984) estimaram valores de herdabilidade em touros jovens (12 meses) da raça Angus de $0,13 \pm 0,06$ e 0,00, respectivamente.

Os defeitos, classificados em DFMA, DFME e DT, tiveram valores de herdabilidade aditiva direta de 0,20, 0,03 e 0,19, respectivamente. Outra forma de se classificar os defeitos espermáticos em DFCA (defeitos espermáticos de cabeça), DFPI (defeitos espermáticos de peça intermediária) e DFCA (defeitos espermáticos de cauda) tiveram, respectivamente, valores de herdabilidade aditiva direta de 0,15, 0,02 e 0,17. As duas formas de agrupamento dos defeitos espermáticos apresentaram valores de herdabilidade aditiva direta muito próximos, indicando a presença de variância genética aditiva para os defeitos espermáticos verificados durante o exame morfológico, tornando pouco mais favorável a classificação em DFMA, DFME e DT. SARREIRO (2000) e SARREIRO (2001) estimaram valores de 0,19 e 0,07, respectivamente, para taxa de anormalidades, enquanto que DIAS (2004) estimou valor de herdabilidade de 0,16 para DFMA, em touros da raça Nelore. Adicionalmente, DUCROCQ e HUMBLOT (1995) em animais da raça Normanda, estimaram valores de 0,19 para taxa de anormalidades.

Entretanto, QUIRINO (1999), em touros da raça Nelore, observou altos valores de herdabilidade aditiva direta (ajustados ou não para peso corporal) para DFMA de 0,51 e 0,59; para DFME de 0,13 e 0,21; e para DT de 0,48 e 0,58

Na Tabela 2, são apresentados os valores de herdabilidades aditiva direta (h_1^2 e h_2^2), aditiva materna (h_{M1}^2 e h_{M2}^2) e as correlações genéticas entre as características ponderais com perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico (PE) e perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade (PE450).

Neste estudo, a correlação genética observada entre PE e PES550 foi de 0,28 e entre PE450 e PES550, de 0,32. Da mesma forma, EVERLING et al. (2001) observaram valores de correlação genética de 0,26 entre PES550 e PE em bovinos mestiços Nelore-Angus, sugerindo que alguns genes que influenciam o desenvolvimento testicular podem atuar favoravelmente sobre o peso aos 550 dias, e que, conseqüentemente, a seleção para PE independente da idade avaliada não acarretaria a redução do peso corporal aos 550 dias. Possivelmente, os mesmos genes que influenciam o PES550 influenciam a expressão do PE e do PE450, já que o valor de correlação verificado entre os perímetros e o peso foram muito próximos.

Tabela 2 – Estimativas de herdabilidade aditiva direta (h_1^2 e h_2^2) e materna (h_{M1}^2 e h_{M2}^2) e correlações genéticas entre os perímetros escrotais e as características ponderais de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente

Variáveis	h_1^2	h_{M1}^2	h_2^2	h_{M2}^2	Correlação Genética
PE450-AL550	0,24	0,10	0,17	0,03	0,01
PE450-PES550	0,27	0,07	0,21	0,08	0,32
PE-AL550	0,37	-	0,16	0,03	-0,14
PE-PES205	0,37	-	0,17	0,23	0,34
PE-PES550	0,36	-	0,20	0,08	0,28
PE-PESNAS	0,36	-	0,21	0,16	-0,10

PE = perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico; PE450 = perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade; PESNAS = peso corporal ao nascimento; PES205 = peso corporal ajustado para 205 dias de idade; PES550 = peso corporal ajustado para 550 dias de idade; AL550 = altura da garupa ajustada para 550 dias de idade.

Diferente deste estudo que estimou valores de correlação genética entre PE na ocasião da avaliação andrológica e pesos corporais em idades pré-determinadas, QUIRINO (1999) verificou valor de correlação genética entre o peso corporal e o PE de 0,65 na ocasião do exame andrológico.

A característica AL550 mostrou-se negativa e fracamente correlacionada geneticamente com PE e PE450, com valores de $-0,14$ e $0,01$, respectivamente. Entretanto, VARGAS et al. (1998), estudando animais de ambos os sexos da raça Brahman, observaram valores de correlação genética entre PE aos 18 meses e altura da garupa aos 18 meses de $0,19$. Adicionalmente, valores elevados de correlação genética foram registrados por BOURDON e BRINKS (1986), em touros da raça Hereford ($0,42$). Neste estudo, as baixas correlações registradas indicaram pouca influência no aumento da altura da garupa do rebanho quando a seleção se baseou no PE.

O PE apresentou correlação genética de $0,34$ e $-0,10$ para PES205 e PESNAS, respectivamente. Esses valores demonstram que a seleção para aumento do PE traria uma resposta correlacionada positivamente para aumento de peso à desmama (de baixa magnitude) e não provocaria aumento do peso ao nascimento da progênie. Diferente do valor registrado neste estudo, KNIGHTS et al. (1984) verificaram valor de $0,10$ para correlação genética entre o PE aos 365 dias de idade e o PESNAS em touros jovens (12 meses) da raça Angus. Porém, mostraram-se de baixa magnitude os valores registrados por BOURDON e BRINKS (1986), em touros da raça Hereford, para a correlação genética entre PE aos 365 dias idade e PES205 (de $0,29 \pm 0,18$), sendo próximos aos registradas neste estudo. Contudo a correlação genética entre PE aos 365 dias idade e PESNAS de $0,18 \pm 0,19$ difere muito do valor deste estudo. Entretanto, valores bem mais elevados foram observados por NEELY et al. (1982), em touros da raça Hereford, sendo o valor de $0,86 \pm 0,15$ (utilizando o modelo de meio-irmãos paternos) para correlação genética entre o PE aos 365 dias de idade e o PES205.

De forma geral, tanto o PE como o PE450 estiveram favoravelmente relacionados com as características ponderais PESNAS, PES205, PES550 e AL550. Isso indica que a seleção baseada no PE em touros da raça Nelore, independente da idade, não acarreta problemas ao desenvolvimento ponderal do rebanho, corroborando com as observações feitas por BOURDON e BRINKS (1986), que verificaram que a taxa de crescimento e o potencial reprodutivo são compatíveis em touros jovens da raça Hereford. DIAS (2004) também verificaram relação genética positiva e de alta intensidade entre o PE e o peso corporal ($0,72$) em animais da raça Nelore.

Na Tabela 3, são apresentados os valores de herdabilidade aditiva direta (h_1^2 e h_2^2), aditiva materna (h_{M1}^2 e h_{M2}^2) e as correlações genéticas das características biométricas entre si, com o perímetro escrotal (PE) e com o perímetro escrotal aos 450 dias de idade (PE450).

A correlação genética entre o PE450 e PE observada neste estudo foi elevada (0,77), demonstrando que o PE medido aos 450 dias de idade (por volta de 15 meses) pode ser utilizado como bom preditor do PE em idade mais avançada, já que grande parte dos genes responsáveis pela expressão dessa característica estão se expressando nas duas idades.

A correlação genética entre PE e CTE foi de 0,58 e entre PE e CTD foi de 0,59. Os valores estimados por QUIRINO (1999) de correlação genética do PE com CTE (0,67) e do PE com CTD (0,68) estiveram muito próximos aos valores registrados neste estudo. No entanto, NEELY et al. (1982), utilizando em touros da raça Hereford o modelo de meio-irmãos paternos, estimou valor de correlação genética de $0,83 \pm 0,19$ entre o PE e o CTD, medidos aos 365 dias de idade.

Tabela 3 – Estimativas de herdabilidade aditiva direta (h_1^2 e h_2^2) e materna (h_{M1}^2 e h_{M2}^2) e correlações genéticas entre as características de biometria testicular de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente

Variáveis	h_1^2	h_{M1}^2	h_2^2	h_{M2}^2	Correlação Genética
PE450-PE	0,33	0,03	0,37	-	0,77
PE450-FOT	0,24	0,10	0,11	-	0,30
PE-LTD	0,36	-	0,33	-	0,97
PE-LTE	0,37	-	0,29	-	0,97
PE-FOT	0,37	-	0,12	-	0,24
PE-VOT	0,37	-	0,35	-	0,88
PE-CTD	0,37	-	0,28	-	0,59
PE-CTE	0,37	-	0,26	-	0,58
PE-CT	0,37	-	0,72	-	0,12
CTD-FOT	0,26	-	0,12	-	-0,52
CTD-VOT	0,27	-	0,33	-	0,85
CTD-LTD	0,27	-	0,31	-	0,63
CTD-LTE	0,27	-	0,29	-	0,65
CTD-CTE	0,24	-	0,25	-	0,99
CTE-FOT	0,24	-	0,12	-	-0,53
CTE-LTD	0,25	-	0,31	-	0,60
CTE-LTE	0,25	-	0,29	-	0,65
CTE-VOT	0,25	-	0,33	-	0,84
LTD-FOT	0,31	-	0,12	-	0,33
LTD-VOT	0,32	-	0,33	-	0,95
LTE-FOT	0,29	-	0,12	-	0,28
LTE-LTD	0,28	-	0,32	-	0,99
LTE-VOT	0,29	-	0,34	-	0,97
VOT-FOT	0,33	-	0,12	-	0,01

PE = perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico; PE450 = perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade; CTE = comprimento do testículo esquerdo; LTE = largura do testículo esquerdo; CTD = comprimento do testículo direito; LTD = largura do testículo direito; FOT = formato testicular; VOT = volume testicular.

Para LTE e LTD, o valor de correlação genética com PE estimado foi de 0,97 para as duas características, não diferindo muito dos valores registrados por QUIRINO (1999) na mesma raça. NEELY et al. (1982), em touros da raça Hereford, estimaram valor de correlação genética de $0,94 \pm 0,05$ entre PE e LTD, medidos aos 365 dias de idade.

O PE apresentou correlação genética com ASP de 0,28, com FOT de 0,24 e entre PE450 e FOT, de 0,30. Esses valores demonstram que a seleção para o aumento do PE traria uma resposta positivamente correlacionada para melhoria do aspecto do ejaculado e aumento do formato testicular. Porém essa mudança não seria dos formatos alongados para os formatos ovais ou esféricos, e sim dentro dos formatos alongados, uma vez que as condições de ambiente que influenciaram o alongamento do formato testicular em zebuínos ainda serão encontradas em quase todo o território nacional.

Todas as correlações genéticas entre CTD com FOT (-0,52), VOT (0,85), LTD (0,63), LTE (0,65) e CTE (0,99), e entre CTE com FOT (-0,53), VOT (0,84),

LTD (0,60) e LTE (0,65) foram de média a alta intensidade. As correlações genéticas negativas entre CTD com FOT e entre CTE com FOT são de certa forma lógicas, pois, com o aumento dos comprimentos testiculares, a razão entre largura e comprimento tende a diminuir, correspondendo aos formatos testiculares alongados. Demonstrando ainda que o aumento no comprimento testicular traz respostas altamente correlacionadas com o volume testicular. As altas correlações genéticas entre larguras e comprimentos testiculares demonstram que os genes envolvidos no crescimento testicular, em comprimento, também influenciam fortemente o crescimento testicular em largura. O altíssimo valor de correlação genética entre os comprimentos reflete a influência dos mesmos genes no desenvolvimento dos comprimentos testiculares direito e esquerdo. Os valores observados por QUIRINO (1999) para as correlações entre os comprimentos testiculares, e deles com as larguras e volume testiculares, foram muito semelhantes e no mesmo sentido aos registrados neste estudo.

Os valores de correlações genéticas entre FOT com LTD (0,33) e LTE (0,28) registrados neste estudo são importantes, demonstrando que a seleção para a largura testicular pode trazer respostas correlacionadas para a mudança do formato testicular, sempre dentro da capacidade de adaptação dos Zebuínos às condições tropicais, ou seja, com testículos alongados.

Os valores de correlações genéticas entre VOT com LTD e LTE foram de 0,95 e 0,97, respectivamente; valores estes muito elevados, denotando que grandes mudanças no volume testicular podem ser alcançadas pela seleção aplicada às larguras testiculares. Da mesma forma, QUIRINO (1999) registrou valores de correlação genética de 1,00 entre VOT e LTD e de 0,99 entre VOT e LTE. Provavelmente, os altos valores de correlações genéticas registrados nestes estudos se devam às fórmulas utilizadas, que valorizam muito a largura testicular média.

O alto valor de correlação genética observado entre LTE e LTD (0,99) denota que os mesmos genes influem na expressão da característica largura testicular esquerda e direita. No entanto, QUIRINO (1999) verificou valor de 0,69 entre as larguras testiculares, sendo um valor de médio a alto, porém, demonstrando menor relação genética entre as larguras testiculares.

A correlação genética entre o VOT e FOT foi de 0,01. A baixa correlação denota que, além dos genes que influenciam uma característica não estarem influenciando a outra, a seleção baseada no volume testicular não trará mudanças no

formato testicular. Não foram encontrados estudos relacionando geneticamente estas características.

A característica PE apresentou correlação genética de 0,88 com VOT. Da mesma forma, QUIRINO (1999) e DIAS (2004) observaram, respectivamente, valores de 0,97 e 0,99 para correlação genética entre volume testicular e perímetro escrotal, indicando que avanços no aumento do PE refletem fortemente no aumento do volume testicular do rebanho.

Na Tabela 4, são sumariados os valores de herdabilidade aditiva direta (h_1^2 e h_2^2), aditiva materna (h_{M1}^2 e h_{M2}^2) e as correlações genéticas entre as características físicas e morfológicas do ejaculado com o perímetro escrotal (PE) e perímetro escrotal aos 450 dias de idade (PE450).

A correlação genética entre PE e MOT foi de 0,39 e entre PE450 e MOT, de 0,42, demonstrando existir uma associação genética positiva, implicando que os genes ligados a expressão do PE nas duas idades também estão influenciando a motilidade do ejaculado nas avaliações andrológicas (média de 21 meses de idade). Valores semelhantes na mesma raça foram registrados por BERGMANN (1997) e SARREIRO (2001). Entretanto, os autores comentam que esse valor é de difícil interpretação, principalmente por ser uma característica muito influenciada por fatores residuais. Já QUIRINO (1999) observou valor de 0,13 para esta correlação genética na coleta em animais da raça Nelore de várias idades. Contudo, os valores de correlação genética entre PE e MOT observados por DIAS (2004) em animais da mesma raça, foi elevado (0,72).

O valor de correlação genética observado entre PE e VIG neste estudo foi de 0,56, corroborando com BERGMANN (1997) e DIAS (2004), que registraram valores de 0,69 e 0,60, respectivamente. Correlações mais elevadas foram observadas por QUIRINO (1999) e SARREIRO (2001) em animais da mesma raça, com valores de 0,89 e 0,99, respectivamente.

Tabela 4 – Estimativas de herdabilidade aditiva direta (h_1^2 e h_2^2) e materna (h_{M1}^2 e h_{M2}^2) e correlações genéticas entre as características físicas e morfológicas do ejaculado e os perímetros escrotais de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade, criados extensivamente

Variáveis	h_1^2	h_{M1}^2	h_2^2	h_{M2}^2	Correlação Genética
PE450-MOT	0,25	0,09	0,08	-	0,42
PE450-DFCA	0,25	0,10	0,17	-	-0,13
PE450-DFCB	0,24	0,11	0,14	-	-0,48

PE450-DFMA	0,24	0,10	0,19	-	-0,41
PE450-DFME	0,24	0,10	0,02	-	-0,02
PE450-DFPI	0,24	0,10	0,02	-	-0,32
PE-MOT	0,37	-	0,08	-	0,39
PE-TURB	0,37	-	0,12	-	0,34
PE-VIG	0,37	-	0,07	-	0,56
PE-VOL	0,37	-	0,05	-	-0,02
PE-ASP	0,37	-	0,08	-	0,28
PE-DFCA	0,37	-	0,17	-	-0,10
PE-DFCB	0,37	-	0,15	-	-0,08
PE-DFME	0,37	-	0,02	-	-0,48
PE-DFPI	0,37	-	0,02	-	-0,25
PE-DT	0,37	-	0,20	-	-0,09
PE-DFMA	0,37	-	0,20	-	-0,05

PE = perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico; PE450 = perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade; VOL = volume do ejaculado; TURB = turbilhonamento; MOT = motilidade; VIG = vigor; ASP = aspecto do sêmen; DFMA = defeitos maiores; DFME = defeitos menores; DT = defeitos totais; DFCB = defeitos de cabeça; DFPI = defeitos de peça intermediária; DFCA = defeitos de cauda.

Quanto à correlação genética entre PE e VOL, o valor verificado de $-0,02$ mostrou-se muito próximo do registrado por BERGMANN (1997), que foi de $0,00$, e aos observados por QUIRINO (1999, de $0,10$.

Para a correlação genética entre PE e TURB, o valor encontrado foi de $0,34$. No entanto, QUIRINO (1999) observou valor de $-0,29$. A grande diferença entre os dois estudos decorre da diferente estruturação do banco de dados, em que os animais estudados por QUIRINO (1999) apresentaram faixa etária de dois a cinco anos de idade e com mais de um exame andrológico no período estudado.

A consistência testicular (CT) apresentou correlação genética de $0,12$ com PE. Diferente do encontrado neste estudo, QUIRINO (1999) registrou valor negativo de $-0,05$, enquanto que, DIAS (2004) registrou valor muito próximo ao deste estudo ($0,17$). Além da variável CT apresentar uma distribuição categórica (1 a 5), o sentido de avaliação dos autores é diferente deste estudo.

Quanto aos defeitos agrupados em DFMA, DFME e DT, os valores de correlação genética com PE foram, respectivamente, de $-0,05$, $-0,48$ e $-0,09$. Com o PE450 as correlações genéticas entre DFMA e DFME foram $-0,41$ e $-0,02$. O sentido da relação entre os defeitos espermáticos e os PE's na coleta e aos 450 dias de idade foram negativos; logo, a seleção para PE nas idades estudadas se mostra favorável à diminuição dos defeitos espermáticos no ejaculado, em que a maior correlação favorável com DFMA foi observada com PE450. QUIRINO (1999) observou valores de correlação de $-0,50$, $-0,86$ e $-0,52$ entre PE com DFMA, DFME e DT, respectivamente, e SARREIRO (2001) verificou valor de $-0,14$ para a

correlação genética da taxa de anormalidades (DT) com o PE. DIAS (2004) observou valor de correlação genética do PE com DFMA, DFME e DT de 0,13, -0,67 e -0,12, respectivamente, próximo aos do presente estudo.

Os valores de correlação genética entre PE e morfologia espermática neste estudo foram mais baixos que os observados por QUIRINO (1999). Porém, os dois estudos demonstram que há maior correlação genética entre os DFME e PE, implicando que bovinos com maiores PE são mais propensos geneticamente a apresentarem menores valores de DFME. Embora o maior valor relativo para a correlação genética tenha sido verificado entre PE e DFME, essa característica apresentou a menor herdabilidade aditiva direta entre os defeitos espermáticos (classificados em maiores, menores e totais), o que se caracteriza numa situação de menor impacto indireto do melhoramento genético pela seleção do PE.

Neste estudo, também foram verificadas as correlações genéticas entre o PE e DFCEB, DFPI e DFCA, com valores de -0,08; -0,25 e -0,10, respectivamente, e entre o PE450 e DFCEB, DFPI e DFCA, com valores de -0,48, -0,32 e -0,13, respectivamente. Esses valores indicam que PE450 se apresenta como melhor indicador para seleção contra os defeitos espermáticos que o perímetro escrotal em idades mais avançadas. Tais observações corroboram com os estudos anteriores, que mostram baixa relação do PE com a morfologia espermática em animais adultos (GUIMARÃES, 1993).

4. CONCLUSÕES

De acordo com os valores obtidos neste estudo, pode-se concluir que:

- O perímetro escrotal apresentou valor de herdabilidade moderado e correlações favoráveis com todas as características reprodutivas (biométricas, físicas e morfológicas do ejaculado), sendo indicado como característica de escolha na avaliação e seleção de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade.

- O volume testicular apresentou alta correlação genética com o perímetro escrotal, o que não justifica a utilização do volume testicular para a seleção de touros da raça Nelore.

- Os defeitos espermáticos, agrupados nas duas formas estudadas e avaliados ao exame andrológico, apresentam caráter genético, porém de baixa magnitude.

- Todas as características ponderais estudadas obtiveram correlações favoráveis com o perímetro escrotal, indicando que a seleção para precocidade sexual baseada no perímetro escrotal não afeta negativamente o crescimento dos animais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHUNU, B. K.; ARTHUR, P. F.; KISSIEDU, H. W. A. Genetic and phenotypic parameters for birth and weaning weights of purebred and crossbred Ndama and West African Shorthorn cattle. **Livestock Production Science**. v.51, p.165 - 171, 1997.
- BAILEY, T. L.; HUDSON, R. S.; POWE, T. A. et al. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. **Theriogenology**. v.49, p.581 - 594, 1998.
- BAILEY, T. L.; HUDSON, R. S.; POWE, T. A.; RIDDELL, M. G.; WOLFE, D. F.; CARSON, R. L. Caliper and ultrasonographic measurement of bovine testicles and mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. **Theriogenology**. v.49, p.581 - 594, 1998.
- 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.
- BERGMANN, J. A. G.; QUIRINO, C. R.; VALE FILHO, V. R.; ANDRADE, V. J.; FONSECA, C. G. Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares e características espermáticas em touros Nelore. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** v.5, Supl.1, p.473 - 475, 1997.
- BITTENCOURT, T. C. C.; ROCHA, J. C. M. C.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. F. Estimação de componentes de (co)variâncias e predição de DEP's para características de crescimento pós-desmama de bovinos da raça Nelore, usando diferentes modelos estatísticos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.54, n.3, 2002. <http://www.scielo.br/>

- BLOM, E. Pathological conditions in the genital organs and in semen as ground for rejection of breeding bulls for import or export to and from Denmark, 1958 - 1982. **Nord. Vet. Med.**, v.35, p.105 - 130, 1983.
- BOURDON, R. M.; BRINKS, J. S. Scrotal circumference in yearling Hereford bulls: adjustment factors, heritabilities and genetic, environmental and phenotypic relationships with growth traits. **Journal of Animal Science**. v.62, p.958 - 967, 1986.
- CBRA - COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 2^a. Edição. Belo Horizonte – MG, 1998.
- CORAH, L. R.; RITCHIE, H.; SELK, G. The reproductive and nutritional management of beef bulls. **In: Beef Cattle Handbook** – Product of Extension Beef Cattle Resource Committee, n.2030, p.1 - 5, 1994.
- DIAS, J. C. **Aspectos andrológicos, biometria testicular e parâmetros genéticos de características reprodutivas de touros nelore, de dois e três anos de idade, criados extensivamente no Mato Grosso do Sul**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Belo Horizonte - MG, 54p., 2004.
- DIAS, L. T.; EL FARO, L.; FRIES, L. A.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimativas de parâmetros genéticos para perímetro escrotal e idade ao primeiro parto em animais da raça Nelore. **In: 37^a Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Anais da 37^a Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa – Minas Gerais, 2000.
- DODENHOFF, J.; VAN VLECK, L. D.; KACHMAN, S. D.; KOCH, R. M. Parameter estimates for direct, maternal and grandmaternal genetic effects for birth weight and weaning weight in Hereford cattle. **Journal of Animal Science**. v.76, p.2521 - 2527, 1998.
- DUCROCQ, V.; HUMBLLOT, P. Genetic characteristics and evolution of semen production of young Normande bulls. **Livestock Production Science**, v.41, p.1 - 10, 1995.
- ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; SILVA, P. R. Parâmetros genéticos para peso, avaliação visual e circunferência escrotal na raça Nelore, estimados por modelo animal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.48, n.2, p.203 – 213, 1996.

- ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; DIAS, F. Estimação de parâmetros genéticos para características produtivas na raça Nelore I – Fase pré-desmama. In: **XVII Reunion de la Asociacion Latino Americana de Produccion Animal**. Havana – Cuba. Anais, série G-2, 5p., 2001a.
- ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; DIAS, F. Estimação de parâmetros genéticos para características produtivas na raça Nelore II – Fase pós-desmama. In: **XVII Reunion de la Asociacion Latino Americana de Produccion Animal**. Havana – Cuba. Anais, série G-3, 5p., 2001b.
- ELER, J. P.; SILVA, J. A. II V.; EVANS, J. L.; FERRAZ, J. B. S.; DIAS, F.; GOLDEN, B. L. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nelore cattle. In: **Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**. v.30, p.697 - 700, 2002.
- EVANS, J. L.; GOLDEN, B. L.; BOURDON, R. M.; LONG, K. L. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. **Journal of Animal Science**. v.77, p.2621 - 2628. 1999.
- EVERLING, D. M.; FERREIRA, G. B. B.; RORATO, P. R. N.; ROSO, M. V.; MARION, A. E.; FERNANDES, H. D. Estimativas de Herdabilidade e Correlação Genética para Características de Crescimento na Fase de Pré-desmama e Medidas de Perímetro Escrotal ao Sobreano em Bovinos Angus-Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**.v.30, n.6, 2001.
- EVERLING, D. M.; FERREIRA, G. B. B.; RORATO, P. R. N.; MARION, A. E.; ROSO, V. M. Estimativas de parâmetros genéticos para características produtivas em bovinos Angus, utilizando um modelo animal multivariado. In: **Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, 3** 2000, Belo Horizonte. Anais do III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, Belo Horizonte: SBMA, p.449 - 451, 2000.
- FIELDS, M. J.; BURNS, W. C.; WARNICK, A. C. Age, season and breed effect on testicular volume and semen traits in young beef bulls. **Journal of Animal Science**. v.48, n.6, p.1299 - 1304, 1979.
- GARCIA, J. M.; PINHEIRO, L. E. L.; OKUDA, H. T. Body development and semen physical characteristic of young Guzerá bulls. **Arquivo de Veterinária**. v.3, n.1, p.47 - 53, 1987.

- HANCOCK, J. L. The morphology of boar spermatozoa. **J. Roy. Microsc. Soc.** v.76, p.84 - 97, 1957.
- HENDERSON, C. R.; QUAAS, R. L. Multiple trait evaluation using relative's records. **Journal of Animal Science.** v.46, n.6, p.1188, 1976.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. In: **Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) 1990 a 2002**, SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática: Quantidade de Animais - Unidades, 2004. <http://www.ibge.org.br>.
- KNIGHTS, S. A.; BAKER, R. L.; GIANOLA, D.; GIBB, J. B. Estimates of heritabilities and of genetic and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus bulls. **Journal of Animal Science.** v.58, n.4, 1984.
- MACKINNON, M. J.; TAYLOR, J. F.; HETZEL, D. J. S. Genetic variation and covariation in beef cow and bull fertility. **Journal of Animal Science.** v.68, p.1208 - 1214, 1990.
- MARCONDES, C. R.; GAVIO, D.; BITTENCOURT, T. C. C.; ROCHA, J. C. M. C.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; TONHATI, H. Estudo de modelo alternativo para a estimação de componentes de (co)variância e predição de valores genéticos de características de crescimento em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.** v.54, n.1, 2002.
- MEYER, K.; HAMMOND, K.; PARNELL, P. F.; MACKINNON, M. J.; SIVARAJASINGAM, S. Estimates of heritability and repeatability for reproductive traits in Australian Beef cattle. **Livestock Production Science.** v.25, p.15 - 30, 1990.
- NEELY, J. D.; JOHNSON, B. H.; DILLARD, E. U.; ROBISON, O. W. Genetic parameters for testes size and sperm number in Hereford bulls. **Journal of Animal Science.** v.55, n.5, 1982.
- ORTIZ PEÑA, C. D.; QUEIROZ, S. A.; FRIES, L. A. Comparação entre critérios de seleção de precocidade sexual e a associação destes com características de crescimento em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.30, n.1, p.93 - 100, 2001.
- PEREIRA, J. C. C. Melhoramento genético aplicado à produção animal – editora F. E. P.-MVZ; 493 p.; Belo Horizonte, 1999.

- QUIRINO, C. R. **Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares, características seminais e libido em touros Nelore**. Tese (doutorado); 104p – Belo Horizonte: UFMG – Escola de Veterinária, 1999.
- QUIRINO, C. R.; BERGMANN, J. A. G.; VALE FILHO, V. R.; ANDRADE, V. J.; PEREIRA, J. C. C. Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nelore cattle. **Theriogenology**. v.52, p.25 - 34, 1999.
- SARMENTO, J. L. R. **Avaliação genética de características de crescimento de ovinos Santa Inês utilizando modelos multicaracterísticas e de regressão aleatória**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa – U.F.V. Viçosa – Minas Gerais. 67p. 2003.
- SARREIRO, L. C. **Estimativas de herdabilidades e correlações genéticas entre o perímetro escrotal, características seminais e libido de touros da raça Nelore**. Dissertação (Mestrado). Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte – Minas Gerais. 36p., 2001.
- SARREIRO, L. C.; BERGMANN, J. A. G.; QUIRINO, C. R.; PINEDA, N. R.; FERREIRA, V. C. P.; SILVA M. A. Herdabilidade e correlação genética entre perímetro escrotal, libido e características seminais de touros Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.56, n.6, p.602 - 608, 2002.
- SARREIRO, L. C.; QUIRINO, C. R.; PINEDA, N. R.; BERGMANN, J. A. G. Associações genéticas entre libido, perímetro escrotal e qualidade do sêmen de tourinhos da raça Nelore. In: **Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, 3** 2000, Belo Horizonte. Anais do III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, Belo Horizonte: SBMA, 2000, p.449 - 451.
- SAS USER'S GUIDE: Statistics. 8^a ed. Cary: Sas Institute Inc., 956p., 1999.
- SILVA, J. A. II V.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; GOLDEN, B. L.; OLIVEIRA, H. N. Heritability estimates for stayability in nelore cows. **Livestock Production Science**. v.79, p.97 - 101, 2003.
- SOUZA, J. C.; SILVA, L. O C.; FILHO, K. E.; RAMOS, A. A.; ALENCAR, M. M.; GADINI, C. H.; GUTIERREZ, R. R. V.; VAN VLECK, L. D. Estudio de las correlaciones genéticas y de ambiente para el peso al destete en bovinos de la raza Nelore en el Brazil. **Arch. Latinoam. Prod. Anim**. v.5, supl.1, p.485 - 487, 1997.

- SUMÁRIO DE TOUROS NELORE 2001. **Publicação da Agro-Pecuária CFM.** – São José do Rio Preto: Agro-Pecuária CFM, 60 p., 2001.
- TOELLE, V. D.; ROBISON, O. W. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. In: **Journal of Animal Science.** v.60, n.1, p.89 - 100, 1985.
- VARGAS, C. A.; ELZO, M. A.; CHASE JR., C. C.; CHENOWETH, P. J.; OLSON, T. A. Estimation of genetic parameters for scrotal circumference, age at puberty in heifers and hip height in Brahman cattle. **Journal of Animal Science.** v.76, p.2536 - 2541, 1998.
- VASCONCELOS, C. O. P. **Estádio de maturidade sexual em touros da raça Nelore, dos 20 aos 22 meses de idade.** Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Viçosa – UFV. Viçosa – MG, 59p., 2001.

CAPÍTULO 3

Estimativas de Herdabilidade para Aptidão Andrológica e Características Reprodutivas em Touros da Raça Nelore, Criados Extensivamente

(Heritability estimates for andrologic aptitude and reproductive traits in Nelore bulls, raised under pasture conditions)

Resumo: Objetivou-se caracterizar e obter estimativas de herdabilidade e correlações genéticas para a característica reprodutiva denominada Aptidão Andrológica (AA) em touros da raça Nelore, criados extensivamente. A característica foi definida como a probabilidade do animal estar maturo sexualmente, em idade mais próxima de 21 meses, após avaliação andrológica. A característica apresenta distribuição binária, sendo atribuído o valor de 1 para o animal maturo sexualmente e 0, para o animal imaturo sexualmente e, ou descartado no momento da avaliação andrológica. Foram avaliados 5.945 touros, com idades variando de 19 a 23 meses, pertencentes ao mesmo rebanho e correspondendo à avaliações de cinco anos (1999 a 2003). Foi empregado o método \square para estimação dos componentes de variância. As análises forneceram estimativas de herdabilidade para a característica AA de $0,22 \pm 0,0067$, na análise unicaracterística, e de $0,56 \pm 0,23$ e $0,58 \pm 0,03$, para PE450 (perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade), na análise conjunta. A correlação genética foi igual a $0,45 \pm 0,40$ entre AA e PE450. Estimativas de herdabilidade foram obtidas utilizando-se modelo animal por meio do programa MTDFREML, sendo registradas herdabilidades para perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico de 0,45, defeitos maiores de 0,18, defeitos menores de 0,03, defeitos de peça intermediária de 0,02 e comprimento do testículo direito de 0,34 e esquerdo de 0,33. Pode-se inferir que a população estudada apresentou variabilidade genética para característica AA, e que apresentou correlação genética moderada e favorável com o PE450, embora com grande erro-padrão.

Palavras-chave: aptidão andrológica, método \square , perímetro escrotal, correlação genética.

ABSTRACT: The objective of this study was characterize and obtain heritability estimates and genetic correlations for reproductive trait called andrologic aptitude (AA) in Nelore bulls, raised under pasture conditions. The trait was defined as being the probability of the animal to be sexually mature, in the closest age of 21 months, after soundness evaluation. This trait presents binary distribution, being attributed the value of 1 to sexually mature bulls, and 0 to sexually immature bulls and/or discarded at breeding soundness evaluation. They were appraised a total of 5.945 bulls, with ages varying of 19 to 23 months belonging to a same flock and corresponding to five year of breeding soundness evaluations (1999 to 2003). The method \square was used to estimate the variance components. Heritability estimates for traiting AA with one trait analysis was $0,22 \pm 0,0067$, and $0,56 \pm 0,23$ in the two traits analysis with the scrotal circumference adjusted for 450 days of age (PE450). Heritability of PE450 was $0,58 \pm 0,03$ and genetic correlation between AA and PE450 was $0,45 \pm 0,40$. Heritability estimates were obtained using animal model with the program MTDFREML being registered heritability for scrotal circumference at soundness examination (PE) of 0,45, larger defects (DFMA) of 0,18, smaller defects (DFME) of 0,03, midpiece defects (DFPI) of 0,02, lengths right (CTD) of 0,34 and left testicle (CTE) of 0,33. It can be inferred that the studied population presents genetic variability for trait AA, and that presented a moderate and favorable genetic correlation with the PE450, despite of the higher standar error.

Key-words: Andrologic aptitude, \square method, scrotal circumference, genetic correlation.

1.INTRODUÇÃO

Recentemente, tem aumentado a preocupação com precocidade sexual em várias raças (EVANS et al, 1999), inclusive na raça Nelore (ELER et al., 2002a). Nesse sentido, a maioria dos trabalhos encontrados é direcionada na busca de características reprodutivas nas fêmeas, apesar de terem sido relegadas no melhoramento genético dos bovinos por muito tempo.

Alguns trabalhos mais recentes (EVANS et al., 1999; DOYLE et al., 2000; ELER et al., 2002a) utilizaram metodologias mais apropriadas, como o método χ^2 (REVERTER et. al., 1994) para estimar a variância genética das características reprodutivas que se apresentam em classe ou têm uma distribuição mais discreta dos dados (FALCONER, 1989; EVANS, 1996).

Em touros, a característica perímetro escrotal foi, e ainda é, muito estudada como a característica sexual nos machos que mais está relacionada genética e fenotipicamente com a precocidade sexual, tanto em machos como em fêmeas (TOELLE e ROBISON, 1985; MACKINNON et al., 1990), e com outras características produtivas e reprodutivas em bovinos (BRINKS, 1994; QUIRINO, 1999; VASCONCELOS, 2001; DIAS, 2004; ELER et al., 2004, comunicação pessoal).

Neste estudo procurou-se estimar a herdabilidade para a característica categórica Aptidão Andrológica (AA), obtida a partir de dados andrológicos de touros da raça Nelore, além da correlação genética entre essa característica e o perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade (PE450).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

Os dados foram analisados pelo Grupo de Melhoramento Genético Animal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, campus de Pirassununga-São Paulo, no Laboratório de Melhoramento Genético do Departamento de Zootecnia e o Laboratório de Reprodução Animal do Departamento

de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-Minas Gerais. Os dados pertencem à Fazenda São Francisco, de propriedade da Agro-Pecuária CFM Ltda, localizada no município de Magda, situada na região noroeste do estado de São Paulo, latitude de 20 – 21° Sul da linha do Equador e longitude de 50 – 51° Oeste do meridiano Greenwich, com temperatura média de 24°C, e precipitação pluviométrica anual de 1.189 mm³.

2.2 Animais e manejo

Foram utilizados 6.072 touros jovens da raça Nelore, nascidos nas estações de parição (1° de agosto a 31 de dezembro) dos anos de 1997 a 2001, na fazenda São Francisco, avaliados por meio de exames andrológicos.

A seleção dos animais, para o exame andrológico, foi feita de acordo com o “rank” dos mesmos, baseado no índice CFM individual, que pondera valores de 20% para peso à desmama, 40% para ganho de peso da desmama ao sobreano, 20% para musculosidade e 20% para perímetro escrotal – calculado pelo Grupo de Melhoramento Animal (GMA) da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP –Pirassununga (SUMÁRIO DE TOUROS NELORE CFM, 2001).

Os animais foram criados à pasto, predominantemente de capim *Brachiaria decumbens* e colômbio (*Panicum maximum*). Quando os animais atingiram a faixa etária de 18 a 20 meses, foram confinados e alimentados com silagem de milho, sal mineral e água *ad libitum*, por motivos mercadológicos de apresentação dos produtos (tourinhos) para a venda. Na faixa etária de 20 a 22 meses de idade foram realizados os exames andrológicos pela equipe do Laboratório Reprodução Animal do Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa.

Todos os animais tinham dados de ascendentes conhecidos, como data de nascimento e pesagens ao nascimento, à desmama e ao sobreano. Exceto os filhos de RM, que corresponderam às fêmeas servidas por um grupo touros em particular, logo o pai foi considerado igual a zero (0).

2.3 Idade à puberdade, maturidade sexual e interpretação dos exames andrológicos

A determinação da idade à maturidade sexual foi feita conforme a definição de GARCIA et al. (1987), que se baseia no fato de os animais apresentarem ejaculados com defeitos maiores inferiores a 15% e defeitos espermáticos totais inferiores a 30%. Adicionalmente, a maturidade sexual foi classificada com base no estudo do processo espermatogênico, fisiopatologia da reprodução e características físicas e morfológicas no momento da coleta, resultando em cinco classes andrológicas (GUIMARÃES, 1997).

As classes andrológicas são as seguintes:

- 1** - animais sexualmente maduros, aptos à reprodução, de acordo com os padrões recomendados pelo CBRA (1998);
- 2** - animais sexualmente maduros, com índices de patologias espermáticas, sem comprometimento da capacidade fecundante das células espermáticas. Portanto, aptos à reprodução em regime de monta natural;
- 3** - animais sexualmente imaturos, sendo temporariamente inaptos à reprodução;
- 4** - animais descartados em função de espermiogênese imperfeita severa;
- 5** - animais descartados em função de alterações morfológica dos órgãos genitais.

2.4 Descrição do banco de dados inicial

O banco de dados inicial foi formado pela junção de dois bancos de dados, o primeiro contendo os dados andrológicos e o segundo, os dados zootécnicos do rebanho.

Os dados andrológicos compreenderam as avaliações andrológicas de touros nascidos na fazenda São Francisco nos anos de 1997 a 2001 e selecionados para exame andrológico pelo índice CFM individual entre os anos de 1999 a 2003. O banco de dados continha todas as características físicas e morfológicas do sêmen dos tourinhos, registrados de acordo com os padrões preconizados pelo CBRA (1998), com identificação, data de nascimento, fazenda de origem e conclusão do exame andrológico. O exame andrológico foi distribuído em cinco classes, de acordo com GUIMARÃES (1997). Os dados zootécnicos do rebanho continham os registros

referentes à genealogia (pai e mãe), data de nascimento da mãe, pesos ao nascimento, à desmama e ao sobreano, perímetro escrotal e altura da garupa aos 550 dias de idade. Todos os dados em idades fixas, como peso corporal ajustado para 205 dias de idade (PES205), peso corporal (PES550) e altura da garupa (AL550) ajustados para 550 dias de idade e perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade (PE450), foram corrigidos pelo método dos polinômios segmentados de acordo com ELER (2004 - comunicação pessoal).

O banco de dados inicial foi constituído de 7442 dados de exames andrológicos, repetidos em até quatro coletas de sêmen por animal. Havia dados de 6072 animais diferentes, distribuídos em 6072 animais com dados de 1ª coleta, 1144 com dados de 2ª coleta, 204 com dados de 3ª coleta e 22 animais com dados de 4ª coleta de sêmen.

2.4.1 Aptidão andrológica (AA)

Por meio de exames andrológicos, os touros foram distribuídos em cinco classes andrológicas (1 – animais aptos à reprodução; 2 – animais aptos à reprodução em regime de monta natural; 3 – animais temporariamente inaptos à reprodução; 4 – animais descartados por espermiogênese imperfeita; e 5 – animais descartados). Posteriormente, o conceito de AA foi estabelecido como sendo os animais andrológicamente aptos na idade mais próxima de 21 meses. Atribuiu-se o valor de 1 para os animais das classes 1 e 2 (animais aptos à reprodução com ou sem restrição) e valor 0 para as classes 3, 4 e 5 (animais temporariamente inaptos ou descartados).

2.4.2 Restrições

A finalidade das restrições impostas ao banco de dados inicial visou a obtenção somente de dados andrológicos dos animais o mais próximo possível da idade de 21 meses, independente da ordem da coleta (1ª a 4ª coletas de sêmen). Após as restrições, o banco ficou com 5.945 touros, com média de 651.01 dias de idade (21.41 meses), variando de 570 (19 meses) a 713 dias (23 meses), resultando em 1.233 touros (20,74%) na classe 0 e 4.712 touros (79,26%) na classe 1.

Com base no banco de dados, foram obtidos os valores dos componentes de (co)variância fenotípica, genética aditiva e residual, herdabilidade para AA e para

variáveis contínuas, como perímetro escrotal, comprimento do testículo direito e esquerdo, defeitos maiores, menores e de peça intermediária e correlações genéticas entre variável AA e PE450.

A categorização dos dados obedeceu critérios, em que todos os animais tinham um laudo andrológico que consistia de cinco possíveis classes andrológicas, a partir das quais foram agrupadas em duas categorias (0 e 1).

2.4.3 Procedimento estatístico para estimar AA

O procedimento usado foi o mesmo descrito por EVANS (1996), EVANS et al. (1999), ELER et al. (2002a) e ELER et al. (2004, comunicação pessoal). Os componentes de variância para AA foram estimados usando o Método □ (REVERTER et al., 1994) sob modelo animal.

O modelo matemático pode ser escrito como:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\boldsymbol{\mu} + \mathbf{e}$$

Onde:

$$\mathbf{Var} \begin{bmatrix} \mathbf{u} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}\sigma_a^2 & 0 \\ 0 & \mathbf{I}\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

\mathbf{Y} = vetor da AA observada na escala subjacente, \mathbf{X} = matriz dos coeficientes conhecidos, incluindo a incidência das observações em \mathbf{Y} relacionada ao efeito fixo em $\boldsymbol{\beta}$ e covariáveis da idade do animal, \mathbf{Z} = matriz de incidência conhecida, relacionada às observações em \mathbf{Y} ao efeito genético aditivo direto, $\boldsymbol{\beta}$ = $p \times 1$ vetor dos efeitos fixos, $\boldsymbol{\mu}$ = $q \times 1$ vetor efeito genético aditivo direto aleatório dos animais na escala de base, \mathbf{e} = vetor dos erros residuais, \mathbf{A} = numerador de Wright da matriz de parentesco entre todos os animais, \mathbf{I} = matriz de identidade, σ_a^2 = variância genética aditiva para AA na escala de base, σ_e^2 = variância residual.

A variância residual foi determinada como sendo 1, devido a restrição, imposta pelo modelo de probabilidade (probit model) na escala subjacente (GIANOLA e FOULLEY, 1983). Usando essa aproximação, a escala observada é transformada em

escala de confiabilidade de base pela interação num sistema não-linear que aceita a distribuição não-normal dos erros. O método \square usa, aleatoriamente, amostras de 50% dos dados e as compara com todos os dados até que o erro padrão da herdabilidade média seja menor que 0,0099.

Os efeitos fixos incluídos no modelo foram grupo de contemporâneos e idade linear e quadrática como covariáveis. O grupo contemporâneo foi definido como os animais que nasceram na mesma fazenda e no mesmo ano, e que passaram pelas mesmas condições de manejo à desmama e ao sobreano. Grupos contemporâneos que não apresentavam variabilidade foram excluídos das análises, resultando em 222 grupos contemporâneos.

O pedigree incluiu 16.434 animais, sendo 465 pais com média de 13 filhos por pai.

O DSCAT, um componente do software Animal Breeder's ToolKit (GOLDEN et al., 1992), foi usado para a estimação dos componentes de variância e para solução das equações de modelos mistos.

Tabela 1 - Descrição do conjunto de dados para a característica aptidão andrológica (AA)

Característica	Número
Nº de dados de coletas	5.945
Nº de animais no pedigree	16434
Nº de grupos contemporâneos	222
Nº de animais aptos	4.712
% de animais aptos	79.26 %

2.4.4 Procedimento estatístico para variáveis contínuas

As estimativas dos componentes de variância e herdabilidade foram obtidas pelo método de máxima verossimilhança restrita, usando algoritmo livre de derivada. Para tal, utilizou-se o software MTDFREML (BOLDMAN e VAN VLECK, 1993). O modelo, adotado em notação matricial foi:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\boldsymbol{\mu} + \mathbf{e}$$

Onde:

\mathbf{Y} = é o vetor das variáveis dependentes;

\mathbf{X} = é a matriz de incidência associada aos efeitos fixos;

$\boldsymbol{\beta}$ = é o vetor das soluções dos efeitos fixos;

\mathbf{Z} = é a matriz de incidência associada aos efeitos aleatórios de animais;

$\boldsymbol{\mu}$ = vetor dos efeitos aleatórios;

\mathbf{e} = é o vetor de efeitos residuais aleatórios.

Foram feitas análises bi-características para estimar as correlações genéticas, fenotípicas e residuais entre as características. As análises consideraram os mesmos efeitos fixos incluídos na análise com uma característica. Os modelos adotados tinham como efeitos fixos os grupos de contemporâneos e como covariáveis as idades linear e quadrática para as características que não estavam corrigidas para idade, como efeito aleatório genético aditivo de animal. No entanto, na análise entre PE450 e AA, toda a população de contemporâneos do mesmo sexo e do sexo oposto foi utilizada na matriz de parentesco (A^{-1}), totalizando 58.000 animais, nascidos entre 1997 e 2001.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas de herdabilidades e correlação genética e seus erros-padrão, além da variância genética aditiva para a característica AA e PE450, obtidos nas análises categóricas são sumariados na Tabela 2.

Tabela 2 - Variância genética aditiva direta (σ_a^2), herdabilidade média (h^2) e correlação genética e seus erros-padrão (EP) para as características aptidão andrológica (AA) e perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade (PE450), obtidos pelo método □, em animais da raça Nelore, criados extensivamente

Característica	$\sigma_a^2 \pm EP$	$h^2 \pm EP$	Correlação genética $\pm EP$
AA	2,46 \pm 2,58	0,56 \pm 0,23	0,45 \pm 0,40
PE450	3,33 \pm 0,32	0,58 \pm 0,03	

AA = aptidão andrológica; PE450 = perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade.

A estimativa de herdabilidade e erro-padrão médios para a característica AA foi de $0,22 \pm 0,0067$ na análise com uma característica. Na análise conjunta entre AA e PE450, a característica AA apresentou herdabilidade e erro-padrão médios de $0,56 \pm 0,23$ e PE450 apresentou herdabilidade e erro-padrão médios de $0,58 \pm 0,03$. Quando se compararam as herdabilidades médias obtidas pela análise com uma ($0,22 \pm 0,0067$) e duas ($0,56 \pm 0,23$) características, notou-se grande diferença entre os valores estimados. Talvez a grande diferença se deva, especificamente, ao maior conjunto de dados utilizados na matriz de parentesco da análise com duas características (58.000 animais), fazendo com que, pela utilização dos animais contemporâneos que não foram selecionados para o exame andrológico, aumentasse o valor estimado para a característica. Um problema enfrentado nesta análise foi o pequeno número de interações resultantes, possivelmente por dificuldades computacionais em consequência do grande número de animais contemporâneos incluídos nesta análise na matriz de parentesco. EVANS et al. (1999) relata que, para se obter estimativa de herdabilidade média com baixo erro-padrão, é necessário que se façam várias repetições aleatórias com subamostras com 50 % dos dados.

O valor da estimativa de herdabilidade para a característica AA na análise conjunta com o PE450 foi de $0,56 \pm 0,23$, mas somente 55 interações foram rodadas em três dias de análise, sendo somente 35 interações válidas. ELER et al. (2002b) relataram que 133 interações foram necessárias para se estimar a herdabilidade da característica probabilidade de prenhez aos 14 meses (PP14), em animais da raça Nelore com baixo erro-padrão médio.

O procedimento para obtenção das estimativas de variância genética se baseia na regressão da predição genética mais acurada na menos acurada. A predição genética mais acurada compreende 100% dos dados e a predição genética menos

acurada compreende uma subamostra aleatória com 50% dos dados. O coeficiente de regressão esperado é 1, quando for maior ou menor que a unidade, há a presença de viés na análise (SILVA, 2001; SILVA et al., 2003).

A elevada estimativa de correlação genética entre a AA e o PE450 de $0,45 \pm 0,40$ demonstra que a seleção para aumento do perímetro escrotal aos 450 dias de idade contribui positivamente para o aumento do número de animais sexualmente maduros aos 21 meses de idade. O alto valor do erro-padrão deste estudo traz ressalva para a interpretação do resultado, merecendo posteriores análises. No entanto, valores de erro-padrão medianos a altos também foram verificados por ELER et al. (2004, comunicação pessoal), para estimativas de correlação entre PP14 e PE por meio do método \square , em animais da raça Nelore. Entretanto, EVANS et al. (1999), com mil dados, verificaram valores baixos ($0,02 \pm 0,45$) em animais da raça Hereford.

As estimativas de variância fenotípica (σ_p^2), genética aditiva (σ_a^2), residual (σ_e^2) e herdabilidade (h^2) das características reprodutivas PE, DFMA, DFME, DFPI, CTE, CTD se encontram na Tabela 3.

As estimativas de herdabilidade verificadas neste estudo pelo modelo limiar, por meio do método \square $0,58 \pm 0,03$ e pelo modelo linear $0,45$ foram bem próximas, ocorrendo, porém, pequena superestimação da herdabilidade ao se utilizar do método \square .

Tabela 3 - Componentes de variância fenotípica (σ_p^2), genética aditiva (σ_a^2), residual (σ_e^2) e herdabilidade (h^2) de características reprodutivas em touros da raça Nelore, criados extensivamente

Características	σ_p^2	σ_a^2	σ_e^2	h^2
PE	5,33811	2,39067	2,94744	0,45
CTD	1,01051	0,34728	0,66323	0,34
CTE	1,01473	0,33168	0,68305	0,33
DFMA	221,18156	38,85381	182,32775	0,18
DFME	39,26955	1,04480	38,22475	0,03
DFPI	2,85212	0,05684	2,79528	0,02

PE = perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico; CTD = comprimento do testículo direito; CTE = comprimento do testículo esquerdo; DFMA = defeitos maiores; DFME = defeitos menores; DFPI = defeitos de peça intermediária.

Nas análises com modelos lineares, registrou-se estimativa de herdabilidade para PE de 0,45. Esse valor está de acordo com os encontrados por ELER et al. (2002b) e menor do que o verificado por EVANS et al. (1999), em animais da raça Hereford (0,71) usando modelo de limiar. Quando se verificaram valores registrados por modelo linear, observaram-se na literatura consultada valores de 0,31 (GRESSLER, 1998) e 0,47 (PEREIRA et al., 2002).

Para os defeitos maiores, o valor verificado foi de 0,18, corroborando com os verificados por SARREIRO (2001) e DIAS (2004), em animais da raça Nelore. Porém diferiu de QUIRINO (1999), que verificou valor de 0,59 em touros da raça Nelore de várias idades.

Para a característica defeitos menores, o valor verificado (0,03) está em concordância com o encontrado por SMITH et al. (1989) (0,02), para anormalidades secundárias, e difere do valor verificado por BERGMANN et al. (1999), de 0,21. Já para defeitos de peça intermediária (0,02), nenhum valor comparativo foi encontrado na literatura consultada. Entretanto, o valor verificado no presente estudo, de 0,03 (no capítulo anterior; Cap. 2), está em concordância com o valor estimado neste capítulo. Isto descreve que defeitos de peça intermediária e defeitos espermáticos menores são pouco influenciados por componentes genéticos e mais influenciados pelo meio ambiente.

Para os comprimentos testiculares, os valores de herdabilidade verificados para CTE foram de 0,33 e, para CTD, de 0,34. Registros semelhantes foram observados por QUIRINO (1999), com valores de 0,39 e 0,43 para CTE e CTD, e um pouco superiores ao encontrado por NEELY et al. (1982), de 0,16 para o CTD. Isto denota que há variância genética para os comprimentos testiculares em animais da raça Nelore.

4. CONCLUSÕES

- A população estudada apresentou variabilidade genética para a característica **AA**, característica esta que, pode ser indicada como critério de seleção para aumento da precocidade sexual em touros da raça Nelore.

- A aptidão andrológica apresentou correlação genética moderada e favorável com PE450, embora com alto erro-padrão.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGMANN, J. A. G.; QUIIRINO, C. R.; VALE FILHO, V. R.; ANDRADE, V. J.; REIS, S. R.; MENDONÇA, R.; FONSECA, C. G. Avaliação das associações genéticas entre perímetro escrotal e características seminais em touros da raça Nelore. In: **37^a Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Anais da 37^a Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999.
- BOLDMAN, K. G. & VAN VLECK, L. D. **User's guide MTDFREML**. Department of Agriculture, U.S. 1993.
- BRINKS, J.S. **Relationships of scrotal circumference to puberty and subsequent reproductive performance in male and female offspring**. In: Fields, M. J.; Sand, R. S. factors affecting calf crop. Boca Raton: CRC Press, p.363 - 370, 1994.
- CBRA - COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 2^a. Edição. Belo Horizonte-MG, 49p.,1998.
- DIAS, J. C. **Aspectos andrológicos, biometria testicular e parâmetros genéticos de características reprodutivas de touros nelore, de dois e três anos de idade, criados extensivamente no Mato Grosso do Sul**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Belo Horizonte - MG, 54p., 2004.
- ELER, J. P.; SILVA, J. A. II V.; EVANS, J. L.; FERRAZ, J. B. S.; DIAS, F.; GOLDEN, B. L. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nelore cattle. In: **Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**. v.30, p.697 - 700, 2002a.
- ELER, J. P.; SILVA, J. A. II V.; FERRAZ, J. B. S.; DIAS, F.; OLIVEIRA, H. N.; EVANS, J. L; GOLDEN, B. L. Genetic evaluation of the probability of pregnancy at 14 months for Nelore heifers. **Journal of Animal Science**. v.80, p.951 - 954, 2002b.
- EVANS, J. L. **Genetic parameter estimates of yearling heifer pregnancy and yearling bull scrotal circumference in hereford cattle**. Dissertação (Master of Science), Colorado State University, Fort Collins - Colorado, 162p., 1996.

- EVANS, J. L.; GOLDEN, B. L.; BOURDON, R. M.; LONG, K. L. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. **Journal of Animal Science**. v.77, p.2621 - 2628, 1999.
- GARCIA, J. M.; PINHEIRO, L. E. L.; OKUDA, H. T. Body development and semen physical characteristic of young Guzerá bulls. **Arquivo de Veterinária**. v.3, n.1, p.47 - 53, 1987.
- GIANOLA, D.; FOULLEY, J. L. Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. **Genet. Sel. Evol.**, v.15, p.201 - 224, 1983.
- GOLDEN, B. L.; SNELLING, W. M.; MALLINCKRODT, C. H. Animal breeder's tool kit user's guide and reference manual. Tech. Bull., LTB92 - 2. Colorado State University Agric. Exp. Sta., 1992.
- GRESSLER, S. L. **Estudo de fatores de ambiente e parâmetros genéticos de algumas características reprodutivas em animais da raça Nelore**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Belo Horizonte - MG, 149p., 1998.
- HARVILLE, D. A.; MEE, R. W. A mixed-model procedure for analyzing ordered categorical data. **Biometrics**. v.40, p.393 - 408, 1984.
- MACKINNON, M. J.; TAYLOR, J. F.; HETZEL, D. J. S. Genetic variation and covariation in beef cow and bull fertility. **Journal of Animal Science**. v.68, p.1208 - 1214, 1990.
- NEELY, J. D.; JOHNSON, B. H.; DILLARD, E. U.; ROBISON, O. W. Genetic parameters for testes size and sperm number in Hereford bulls. **Journal of Animal Science**. v.55, n.5, 1982.
- PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília - Distrito Federal, v.37, n.5, p.703 - 708, 2002.
- QUIRINO, C. R. **Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares, características seminais e libido em touros Nelore** - Tese (doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Belo Horizonte - MG, 104p., 1999.
- REVERTER, A.; GOLDEN, B.L.; BOURDON, R.M.; BRINKS, J.S. Method R variance components procedure: Application of the simple breeding value model. **Journal of Animal Science**. v.72, p.2247, 1994.

- SARREIRO, L. C. **Estimativas de herdabilidades e correlações genéticas entre o perímetro escrotal, características seminais e libido de touros da raça nelore.** Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte – MG, 36p, 2001.
- SILVA, J. A. II V. **Análise genética da habilidade de permanência de fêmeas da raça Nelore.** Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia –UNESP, Botucatu - SP, 48p., 2001.
- SILVA, J. A. II V.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; GOLDEN, B. L.; OLIVEIRA, H. N. Heritability estimates for stayability in nelore cows. **Livestock Production Science.** v.79, p.97 - 101, 2003.
- SMITH, B. A.; BRINKS, J. S.; RICHARDSON, G. V. Estimation of genetic parameters among breeding soundness examination components and growth traits in yearling bulls. **Journal of Animal Science.** v.67, p.2892 - 2896, 1989b.
- SUMÁRIO DE TOUROS NELORE 2001. **Publicação da Agro-Pecuária CFM.** – São José do Rio Preto: Agro-Pecuária CFM, 60 p., 2001.
- TOELLE, V. D.; ROBISON, O. W. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. In: **Journal of Animal Science.** v.60, n.1, p.89 - 100, 1985.
- VASCONCELOS, C. O. P. **Estádio de maturidade sexual em touros da raça Nelore, dos 20 aos 22 meses de idade.** Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Viçosa - UFV. Viçosa - MG, 59p., 2001.

ANEXO

Tabela 1A – Média observada, desvio-padrão, coeficiente de variação e número de animais para as características reprodutivas (biométricas, físicas e morfológicas do ejaculado) e ponderais em touros Nelores com média de 21 meses de idade

Variáveis	Nº de observações	Média ± D. P.	C. V. %
PESNAS	5902	33,21 ± 3,40 kg	10,24 %
PES205	5903	209,57 ± 18,30 kg	8,73 %
PES550	5903	322,59 ± 30,41 kg	9,43 %
AL550	5896	138,10 ± 3,76 cm	2,72 %
PE450	5903	24,47 ± 2,32 cm	9,46 %
PE	5889	31,99 ± 2,23 cm	6,99 %
CTE	4757	11,21 ± 0,98 cm	8,70 %
LTE	4757	5,92 ± 0,44 cm	7,50 %
CTD	4757	11,26 ± 0,97 cm	8,65 %
LTD	4753	5,97 ± 0,46 cm	7,77 %
FOT	4756	1,72 ± 0,46	26,64 %
VOT	4756	632,21 ± 132,72 cm ³	20,99 %
VOL	5720	4,09 ± 1,64 mL	40,18 %
TURB	5696	1,38 ± 1,08	77,94 %
MOT	5696	69,56 ± 12,31 %	12,32 %
VIG	5696	2,87 ± 0,61	21,40 %
ASP	4543	2,72 ± 0,66	24,33 %
DFMA	5631	15,86 ± 10,45 %	65,86 %
DFME	5631	6,33 ± 5,70 %	90,09 %
DT	5631	22,19 ± 11,13 %	50,16 %
DFCB	5631	9,85 ± 9,80 %	99,53 %
DFPI	5631	0,52 ± 1,36 %	261,49 %
DFCA	5631	11,82 ± 6,97 %	58,95 %
IDADE	5903	21,52 ± 1,32 meses	6,14 %

PESNAS = peso ao nascimento; PES205 = peso corporal ajustado para 205 dias de idade; PE450 = perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade; AL550 = altura da garupa aos 550 dias de idade; PES550 = peso corporal ajustado para 550 dias de idade; PE = perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico; CTE = comprimento do testículo esquerdo; LTE = largura do testículo esquerdo; CTD = comprimento do testículo direito; LTD = largura do testículo direito; FOT = formato testicular; VOT = volume testicular; VOL = volume do ejaculado; TURB = turbilhamento; MOT = motilidade; VIG = vigor; ASP = aspecto do sêmen; DFMA = defeitos maiores; DFME = defeitos menores; DT = defeitos totais; DFCB = defeitos de cabeça; DFPI = defeitos de peça intermediária; DFCA = defeitos de cauda; Idade = idade média dos animais no exame andrológico.

Tabela 2A - Médias dos quadrados mínimos para características reprodutivas (biométricas, físicas e morfológicas do ejaculado) e ponderais em touros da raça Nelore com média de 21 meses de idade, em função do ano de coleta

Variáveis	1999	2000	2001	2002	2003
PESNAS (kg)	32,99 ± 0,22	33,57 ± 0,18	33,51 ± 0,35	33,88 ± 0,16	33,25 ± 0,18
PES205 (kg)	210,73 ± 1,20	203,18 ± 0,98	211,58 ± 1,86	211,16 ± 0,88	205,73 ± 0,98
PE450 (cm)	24,47 ± 0,15	23,50 ± 0,12	24,04 ± 0,24	23,29 ± 0,11	23,95 ± 0,12
PES550 (kg)	319,72 ± 1,99	329,40 ± 1,64	315,42 ± 3,10	310,32 ± 1,47	316,55 ± 1,62
AL550 (cm)	139,71 ± 0,25	139,48 ± 0,20	138,37 ± 0,38	136,20 ± 0,18	137,22 ± 0,20
PE (cm)	31,35 ± 0,15	31,21 ± 0,12	32,09 ± 0,23	30,57 ± 0,11	31,75 ± 0,12
CTE (cm)	-	11,42 ± 0,06	10,09 ± 0,10	11,55 ± 0,06	11,09 ± 0,05
LTE (cm)	-	6,01 ± 0,03	5,89 ± 0,04	5,83 ± 0,03	5,58 ± 0,02
CTD (cm)	-	11,50 ± 0,06	10,31 ± 0,10	11,56 ± 0,06	11,19 ± 0,05
LTD (cm)	-	6,08 ± 0,03	6,05 ± 0,05	5,88 ± 0,03	5,62 ± 0,02
FOT	-	1,75 ± 0,03	2,06 ± 0,05	1,56 ± 0,03	1,54 ± 0,02
VOT (cm³)	-	668,67 ± 8,73	579,26 ± 13,58	634,03 ± 7,66	554,87 ± 7,30
VOL (mL)	3,95 ± 0,19	4,51 ± 0,12	3,49 ± 0,18	4,05 ± 0,14	3,68 ± 0,11
TURB	1,46 ± 0,12	1,26 ± 0,81	1,07 ± 0,13	1,01 ± 0,09	0,74 ± 0,07
MOT (%)	64,08 ± 1,40	64,36 ± 0,92	63,65 ± 1,46	66,13 ± 1,06	62,72 ± 0,82
VIG	2,57 ± 0,07	2,59 ± 0,05	2,79 ± 0,07	2,67 ± 0,05	2,61 ± 0,04
ASP	-	2,68 ± 0,05	2,66 ± 0,07	2,45 ± 0,05	2,58 ± 0,04
DFMA (%)	19,80 ± 1,60	18,14 ± 0,82	19,44 ± 1,37	22,77 ± 0,94	24,48 ± 0,73
DFME (%)	9,09 ± 0,87	7,25 ± 0,45	7,77 ± 0,75	7,14 ± 0,51	7,43 ± 0,40
DT (%)	28,89 ± 1,70	25,39 ± 0,88	27,22 ± 1,46	29,91 ± 1,00	31,91 ± 0,78
DFCB (%)	12,93 ± 1,50	10,68 ± 0,77	11,32 ± 1,29	15,00 ± 0,88	16,46 ± 0,68
DFPI (%)	0,93 ± 0,21	0,43 ± 0,11	0,81 ± 0,18	1,33 ± 0,12	0,67 ± 0,09
DFCA (%)	15,03 ± 1,06	14,28 ± 0,55	15,08 ± 0,91	13,58 ± 0,62	14,78 ± 0,49

PESNAS = peso corporal ao nascimento; PES205 = peso corporal ajustado para 205 dias de idade; PE450 = perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade; AL550 = altura da garupa ajustada para 550 dias de idade; PES550 = peso corporal ajustado para 550 dias de idade; PE = perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico; CTE = comprimento do testículo esquerdo; LTE = largura do testículo esquerdo; CTD = comprimento do testículo direito; LTD = largura do testículo direito; FOT = formato testicular; VOT = volume testicular; VOL = volume do ejaculado; TURB = turbilhonamento; MOT = motilidade; VIG = vigor; ASP = aspecto do sêmen; DFMA = defeitos maiores; DFME = defeitos menores; DT = defeitos totais; DFCB = defeitos de cabeça; DFPI = defeitos de peça intermediária; DFCA = defeitos de cauda.

Tabela 3A - Médias dos quadrados mínimos para características reprodutivas (biométricas, físicas e morfológicas do ejaculado) e ponderais em touros da raça Nelore com média de 21 meses de idade, em função da conclusão

Variáveis	1	2	3	5
PESNAS (kg)	33,05 ± 0,08	33,37 ± 0,15	33,72 ± 0,14	33,63 ± 0,33
PES205 (kg)	208,23 ± 0,46	207,37 ± 0,81	208,05 ± 0,76	210,26 ± 1,80
PE450 (cm)	24,58 ± 0,06	24,03 ± 0,10	23,32 ± 0,10	23,47 ± 0,23
PES550 (kg)	322,15 ± 0,76	318,31 ± 1,34	315,11 ± 1,27	317,56 ± 2,99
AL550 (cm)	138,16 ± 0,09	138,07 ± 0,17	138,16 ± 0,16	138,39 ± 0,37
PE (cm)	32,14 ± 0,06	31,79 ± 0,10	30,94 ± 0,09	30,69 ± 0,22
CTE (cm)	11,30 ± 0,03	11,14 ± 0,05	10,89 ± 0,04	10,82 ± 0,12
LTE (cm)	5,94 ± 0,01	5,87 ± 0,02	5,72 ± 0,02	5,78 ± 0,05
CTD (cm)	11,35 ± 0,03	11,17 ± 0,05	10,96 ± 0,04	11,08 ± 0,12
LTD (cm)	5,98 ± 0,01	5,93 ± 0,02	5,75 ± 0,02	5,96 ± 0,06
FOT	1,72 ± 0,01	1,71 ± 0,02	1,69 ± 0,02	1,80 ± 0,06
VOT (cm³)	640,82 ± 3,54	617,64 ± 6,57	574,41 ± 5,46	603,96 ± 16,27
VOL (mL)	4,11 ± 0,04	4,06 ± 0,07	4,22 ± 0,07	3,34 ± 0,24
TURB	1,62 ± 0,03	1,18 ± 0,05	0,62 ± 0,05	1,00 ± 0,16
MOT (%)	73,23 ± 0,31	69,46 ± 0,55	55,78 ± 0,52	58,28 ± 1,88
VIG	2,98 ± 0,02	2,82 ± 0,03	2,40 ± 0,03	2,39 ± 0,09
ASP	2,83 ± 0,02	2,67 ± 0,03	2,28 ± 0,03	2,59 ± 0,10
DFMA (%)	9,85 ± 0,27	17,05 ± 0,46	40,08 ± 0,46	16,73 ± 1,90
DFME (%)	4,72 ± 0,15	8,84 ± 0,25	12,07 ± 0,25	5,30 ± 1,03
DT (%)	14,57 ± 0,28	25,90 ± 0,49	52,16 ± 0,49	22,03 ± 2,02
DFCB (%)	6,18 ± 0,25	9,98 ± 0,44	25,99 ± 0,43	10,97 ± 1,78
DFPI (%)	0,42 ± 0,03	0,58 ± 0,06	1,23 ± 0,06	1,10 ± 0,25
DFCA (%)	7,97 ± 0,18	15,34 ± 0,31	24,94 ± 0,30	9,96 ± 1,26

PESNAS = peso corporal ao nascimento; PES205 = peso corporal ajustado para 205 dias de idade; PE450 = perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade; AL550 = altura da garupa 550 dias de idade; PES550 = peso corporal aos 550 dias de idade; PE = perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico; CTE = comprimento do testículo esquerdo; LTE = largura do testículo esquerdo; CTD = comprimento do testículo direito; LTD = largura do testículo direito; FOT = formato testicular; VOT = volume testicular; VOL = volume do ejaculado; TURB = turbilhonamento; MOT = motilidade; VIG = vigor; ASP = aspecto do sêmen; DFMA = defeitos maiores; DFME = defeitos menores; DT = defeitos totais; DFCB = defeitos de cabeça; DFPI = defeitos de peça intermediária; DFCA = defeitos de cauda.

Tabela 4A – Fatores significativos (*) e não significativos (ns), avaliados na análise de variância de touros da raça Nelore, com média de 21 meses de idade

Variável	Pai	AnoCol.	Classe	Ano*Classe	Id.Col	Id.Col. ²	Id.Par.	Id.Par. ²
PESNAS	*	*	*	ns	-	-	*	*
PES205	*	*	ns	*	-	-	*	*
PES550	*	*	*	*	-	-	*	*
AL550	*	*	ns	ns	-	-	*	*
PE450	*	*	*	*	-	-	ns	ns
PE	*	*	*	*	*	*	-	-
CTE	*	*	*	ns	*	*	-	-
LTE	*	*	*	*	*	*	-	-
CTD	*	*	*	ns	*	*	-	-
LTD	*	*	*	*	*	*	-	-
FOT	*	*	ns	ns	ns	ns	-	-
VOT	*	*	*	*	*	*	-	-
VOL	*	*	*	*	*	*	-	-
TURB	*	*	*	ns	*	ns	-	-
MOT	*	ns	*	*	*	*	-	-
VIG	ns	ns	*	ns	ns	ns	-	-
ASP	*	*	*	ns	ns	ns	-	-
DFMA	*	*	*	*	*	*	-	-
DFME	*	ns	*	*	ns	ns	-	-
DT	*	*	*	*	*	ns	-	-
DFCB	*	*	*	*	*	*	-	-
DFPI	*	*	*	*	ns	ns	-	-
DFCA	*	ns	*	*	ns	ns	-	-

Pai = pai do reprodutor; AnoCol. = Ano da coleta andrológica; Classe = classes andrológicas (1 a 5); Ano*Classe = interação entre os anos do exame andrológico e as classes andrológicas (1 a 5); Id.Col = idade linear do animal no exame andrológico; Id.Col.² = idade quadrática do animal no exame andrológico; Id.Par. = idade linear da mãe do reprodutor ao parto; Id.Par.² = idade quadrática da mãe do reprodutor ao parto. PESNAS = peso corporal ao nascimento; PES205 = peso corporal ajustado para 205 dias de idade; PE450 = perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade; AL550 = altura da garupa ajustada para 550 dias de idade; PES550 = peso corporal ajustado para 550 dias de idade; PE = perímetro escrotal na coleta; CTE = comprimento do testículo esquerdo; LTE = largura do testículo esquerdo; CTD = comprimento do testículo direito; LTD = largura do testículo direito; FOT = formato testicular; VOT = volume testicular; VOL = volume do ejaculado; TURB = turbilhonamento; MOT = motilidade; VIG = vigor; ASP = aspecto do sêmen; DFMA = defeitos maiores; DFME = defeitos menores; DT = defeitos totais; DFCB = defeitos de cabeça; DFPI = defeitos de peça intermediária; DFCA = defeitos de cauda

Tabela 5A - Estimativas de herdabilidade (h^2) de características reprodutivas em touros da raça Nelore com idade variando de 19 aos 23 meses

Característica	h^2
PE450	0,42
PE	0,45
CTE	0,33
CTD	0,34
LTE	0,36
LTD	0,36
FOT	0,13
VOT	0,44
CV	0,22
LV	0,38
CT	0,37
VOL	0,06
ASP	0,06
DFMA	0,18
DFME	0,03
DT	0,18
DFCB	0,14
DFPI	0,05
DFCA	0,19

PE450 = perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade; PE = perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico; CTE = comprimento do testículo esquerdo; LTE = largura do testículo esquerdo; CTD = comprimento do testículo direito; LTD = largura do testículo direito; FOT = formato testicular; VOT = volume testicular; VOL = volume do ejaculado; ASP = aspecto do sêmen; DFMA = defeitos maiores; DFME = defeitos menores; DT = defeitos totais; DFCB = defeitos de cabeça; DFPI = defeitos de peça intermediária; DFCA = defeitos de cauda.

Tabela 6A - Estimativas de correlação genética (r_g) e herdabilidades (h_1^2 e h_2^2) do perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico (PE) e ajustado para 450 dias de idade (PE450) com defeitos maiores (DFMA) e totais (DT), em touros da raça Nelore de 19 aos 23 meses

Características	h_1^2	h_2^2	r_g
PE - DFMA	0,45	0,18	-0,04
PE - DT	0,45	0,18	-0,04
PE450 - DFMA	0,41	0,18	-0,43
PE450 - DT	0,42	0,18	-0,36

PE450 = perímetro escrotal ajustado para 450 dias de idade; PE = perímetro escrotal na ocasião do exame andrológico; DFMA = defeitos maiores; DT = defeitos totais.

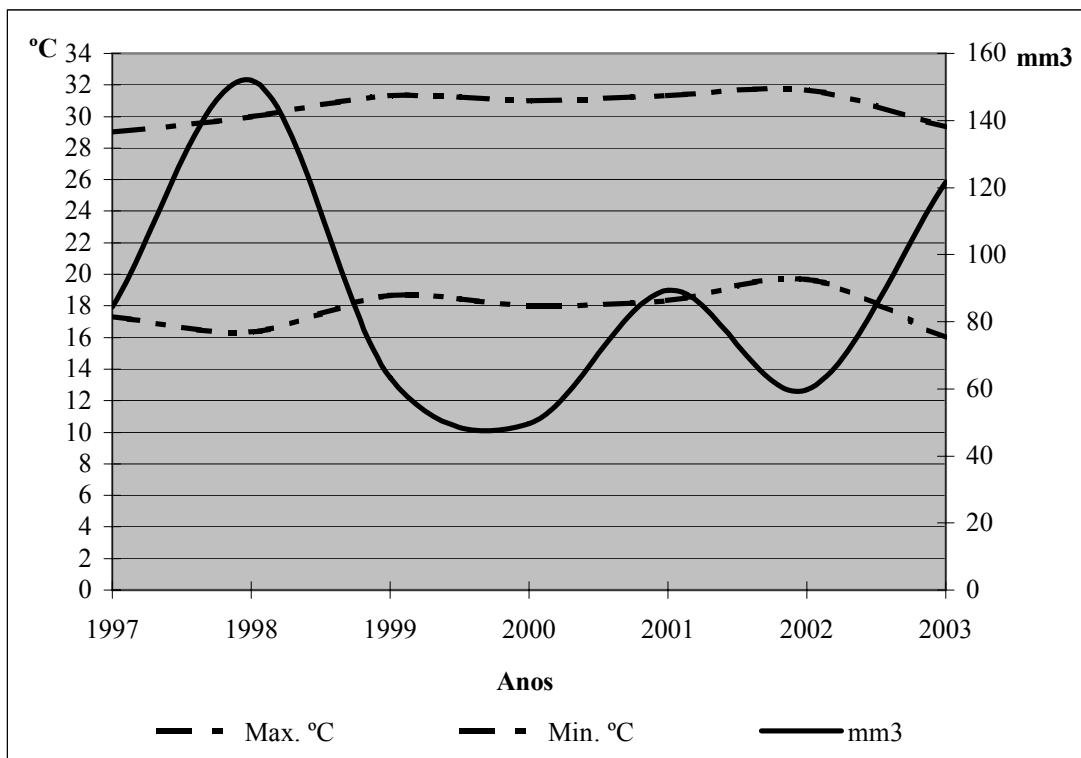


Gráfico 3A - Médias de temperatura máxima e mínima (°C) e distribuição das chuvas (mm³) no trimestre março-abril-maio entre os anos de 1997 a 2003.

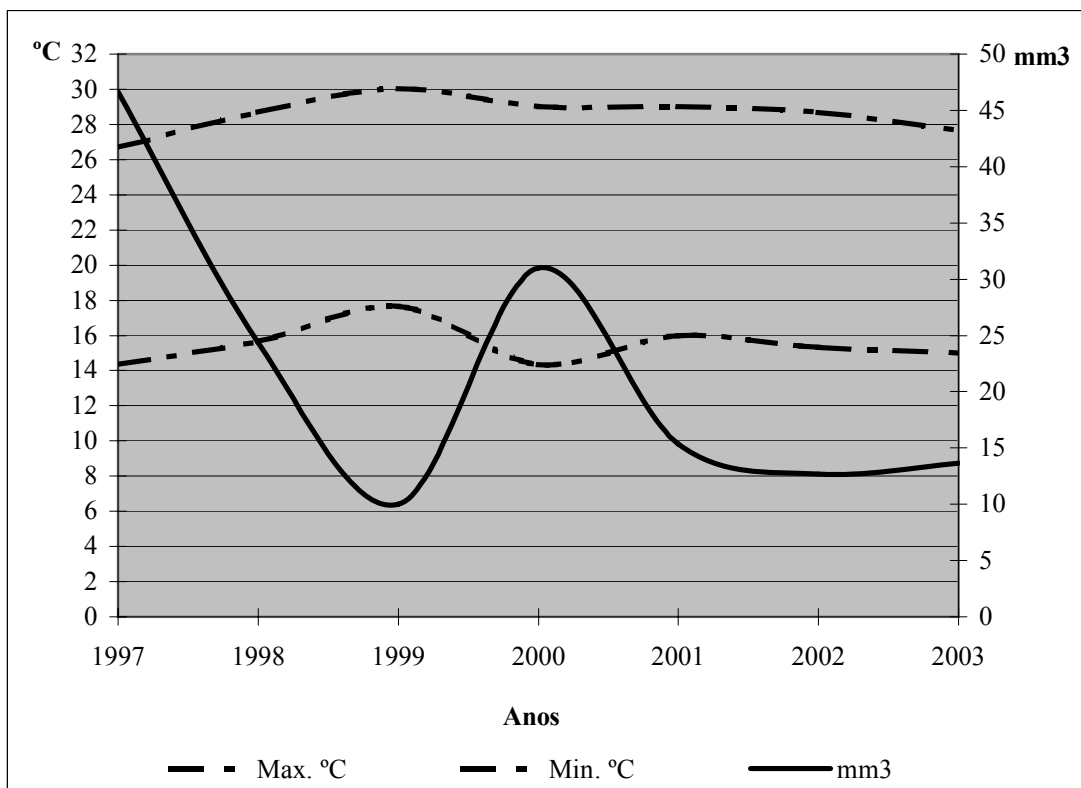


Gráfico 4A - Médias de temperaturas máximas e mínimas (°C) e distribuição das chuvas (mm³) no trimestre de junho-julho-agosto entre os anos de 1997 a 2003.