

SÍLVIA DANTAS COSTA FURTADO

**PUBERDADE DE TOURINHOS DA RAÇA GIR CONCEBIDOS POR  
DIFERENTES TÉCNICAS DE REPRODUÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2010

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

T

F992p  
2010

Furtado, Sílvia Dantas Costa, 1980-

Puberdade de tourinhos da raça Gir concebidos por diferentes técnicas de reprodução / Sílvia Dantas Costa Furtado. – Viçosa, MG, 2010.  
xiii, 40 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Antônio Bento Mancio.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 32-40.

1. Touro. 2. Gir (Zebu). 3. Bovino. 4. Reprodução animal - Técnica. 5. Sêmen. 6. Fertilização *in vitro*. 7. Bovino - Inseminação artificial. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.2082

SÍLVIA DANTAS COSTA FURTADO

**PUBERDADE DE TOURINHOS DA RAÇA GIR CONCEBIDOS POR  
DIFERENTES TÉCNICAS DE REPRODUÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Aprovada: 24 de fevereiro de 2010.

---

Prof. José Domingos Guimarães  
(Coorientador)

---

Prof. Ciro Alexandre Alves Torres  
(Coorientador)

---

Prof. Giovanni Ribeiro de Carvalho

---

Profa. Cristina de Mattos Veloso

---

Prof. Antônio Bento Mancio  
(Orientador)

“Não haverá borboletas se a vida não passar por longas e silenciosas metamorfoses”.  
Rubem Alves

Aos meus filhos, Samuel e Sávio, razão maior da minha vida e que me ensinaram o significado de amor infinito e incondicional.

Ao meu marido Jonathan, meu melhor amigo, companheiro de todos os momentos e grande incentivador.

Aos meus pais, por toda a luta para permitir o meu constante crescimento pessoal e profissional, e por me mostrarem que o conhecimento é uma das maiores virtudes, e abre as portas para o mundo.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por iluminar sempre os meus caminhos, e por me fazer perceber que sou forte o suficiente para superar todos os obstáculos que porventura aparecerem na minha vida, mesmo que em um primeiro momento estes pareçam insuperáveis.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Zootecnia, por tornar possível a realização deste curso.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

Ao professor Antônio Bento Mancio, pela oportunidade, orientação, compreensão nos momentos de dificuldade, e por me ajudar a acreditar mais em mim e batalhar pelas minhas convicções.

Ao professor José Domingos Guimarães, pela oportunidade de desenvolvimento deste trabalho e pelo tempo dedicado na coorientação, pela amizade e paciência, e por ser um grande exemplo profissional e pessoal para mim.

Ao professor Ciro Alexandre Alves Torres, pela coorientação, amizade, e por me estender a mão em um dos momentos em que eu mais precisei, contribuindo enormemente para a realização deste trabalho.

A toda a equipe da Fazenda Brasília, pela ótima acolhida e ajuda na coleta dos dados, principalmente ao Flávio, por permitir o desenvolvimento desta pesquisa e ao Renato, médico veterinário da fazenda, pela amizade, dedicação, e por ajudar a coordenar todo o trabalho de campo.

Ao Leonardo e ao Rogério, pela amizade e pela fundamental ajuda na condução dos trabalhos de campo e laboratório.

A toda a equipe do Laboratório de Reprodução Animal do departamento de Veterinária, pelo apoio e amizade, especialmente a Lina, João e Bruna.

Ao Guilherme (Guigui), pela ajuda com o material para as coletas de campo.

Aos funcionários do Laboratório de Reprodução Animal, Seu Nenzinho e Didi.

A Celeste e a Fernanda, secretarias da pós-graduação do departamento de zootecnia, pela grande ajuda dada nesta jornada. Vocês são pessoas muito especiais, e que Deus as proteja e ilumine sempre, para que possam continuar ajudando a todos a sua volta. Muito obrigada por tudo!

À Morgana e ao Juliano, amigos e anjos da guarda enviados por Deus para me apoiar nas intermináveis noites e madrugadas de estudo, nos departamentos de

Veterinária e Zootecnia, e que foram de fundamental importância para a conclusão deste trabalho. Muito obrigada pela força e por me fazerem acreditar que era possível.

Ao Wender e ao Ivan (Tibil), pelas noites de estudos regadas a muitas garrafas de café, meus “companheiros da madrugada”, e por me fazerem crer que às vezes Deus realmente coloca anjos na forma de grandes amigos para nos ajudar nos momentos difíceis da nossa vida. Obrigada pelo companheirismo, compreensão, e por me ajudarem a superar uma fase muito difícil da minha vida.

As minhas grandes amigas Catarina e Débora, por estarem presentes de forma tão significativa na minha vida, nos momentos de alegrias e também nos de tristezas. Obrigada pelo colo e pelo ombro amigo, sempre me dando força quando eu preciso para continuar seguindo em frente. Vocês são grandes guerreiras e me orgulho muito de ter vocês como amigas.

Ao meu sogro Mauro, minha sogra Vera, meus cunhados Ariel e Jessica, por estarem sempre ao meu lado, me apoiando e por fazerem parte da minha família.

Ao meu marido, Jonathan, pela compreensão e apoio incondicional, e por ser o meu maior incentivador, estando sempre ao meu lado.

Aos meus filhos, Samuel e Sávio, por me ensinarem a valorizar as coisas que realmente importam na vida, e perceber que a felicidade está ao nosso lado, nos momentos mais simples, perto das pessoas que amamos. Obrigada por encherem a minha vida de luz e alegria. É principalmente por vocês que busco, a cada dia, superar os meus limites e me tornar uma pessoa melhor.

Aos meus irmãos, Esther, Alexandre e Fábio, por participarem da minha vida, mesmo que às vezes a distância, e por me apoiarem sempre.

Aos meus avós, Sebastião e Esther, por estarem sempre presentes na minha vida, me ajudando de todas as formas possíveis.

Enfim, aos meus pais, exemplo de luta e de vida, que sempre fizeram o possível e o impossível para me proporcionarem as melhores oportunidades, e que me ajudam de forma (e com amor) incondicional, principalmente nos momentos mais difíceis da minha vida. A quem eu tenho todo o amor, respeito e devoção.

## **BIOGRAFIA**

SILVIA DANTAS COSTA FURTADO, filha de Simião Lopes Costa e Maria Denise Dantas Costa, nasceu em Viçosa, Minas Gerais, em 26 de junho de 1980.

Em 2000, ingressou no curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em 28 de janeiro de 2005.

Em agosto de 2007, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Reprodução de Ruminantes, submetendo-se à defesa de dissertação em 24 de fevereiro de 2010.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Puberdade.....	3
2.2. Características físicas e morfológicas do sêmen na fase puberal.....	7
2.3. Desenvolvimento corporal e biometria testicular.....	9
2.3.1. Peso corporal.....	9
2.3.2. Correlações da biometria testicular e características de desenvolvimento corporal e seminal.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1. Local do experimento.....	11
3.2. Animais e tipo de manejo.....	12
3.3. Biometria testicular, avaliação das vesículas seminais e peso corporal.....	13
3.4. Coleta e análise física e morfológica do sêmen.....	13
3.5. Determinação da puberdade.....	14
3.6. Análise estatística.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.1. Puberdade.....	15
4.1.1. Aspectos físicos e morfológicos do sêmen.....	19
4.1.2. Correlações entre idade à puberdade, características ponderais e seminais.....	21
4.2. Biometrias testiculares e características seminais de animais da raça Gir de 0 a 24 meses de idade.....	24
4.2.1. Aspectos físicos e morfológicos do sêmen.....	26

4.2.2. Correlações entre peso corporal, biometria testicular e aspectos físicos e morfológicos do sêmen.....	28
5. CONCLUSÃO.....	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Idade à puberdade, características ponderais e biometria testicular de touros púberes da raça Gir, de acordo com a biotecnologia empregada na reprodução animal e na monta natural.....	16
Tabela 2 - Frequência e frequência acumulada da idade à puberdade de tourinhos da raça Gir criados em condições semi-extensivas, de acordo com a idade.....	17
Tabela 3 - Aspectos físicos e morfológicos do sêmen de touros púberes da raça Gir, de acordo com a biotecnologia empregada na produção animal e monta natural.....	19
Tabela 4 - Correlações Simples de Pearson da idade à puberdade, peso corporal, biometria testicular e aspectos físicos e morfológicos do sêmen de touros da raça Gir, púberes, obtidos por diferentes biotecnologias da reprodução e monta natural.....	23
Tabela 5 - Médias e desvios-padrão de peso corporal e biometria testicular de tourinhos da raça Gir, criados em manejo semi-extensivo, de acordo com a idade.....	25
Tabela 6 - Médias e desvios padrão dos aspectos físicos e morfológicos do sêmen de touros da raça Gir, manejados em regime semi-extensivo, de acordo com a idade dos animais.....	27
Tabela 7 - Correlações Simples de Pearson do peso corporal, biometria testicular e aspectos físicos e morfológicos do sêmen de touros da raça Gir, de 0 a 24 meses de idade, criados em sistema semi-extensivo.....	29

## RESUMO

FURTADO, Silvia Dantas Costa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2010. **Puberdade de tourinhos da raça Gir concebidos por diferentes técnicas de reprodução.** Orientador: Antônio Bento Mancio. Coorientadores: José Domingos Guimarães e Ciro Alexandre Alves Torres.

O objetivo com o presente trabalho foi verificar se as biotecnologias de reprodução assistida Fertilização *in vitro* (FIV) e Inseminação Artificial (IA) podem interferir nos processos de puberdade de tourinhos, em comparação aos produtos gerados por monta natural, bem como mensurar os parâmetros biométricos e seminais destes animais, obtidos por diferentes técnicas aplicadas à reprodução animal. Foram realizadas nove coletas de dados, utilizando 189 animais da raça Gir, com idades variando entre um dia de vida a 24 meses. Estes animais foram classificados em três categorias, de acordo com a técnica reprodutiva através da qual foram gerados, sendo os grupos 1, 2 e 3 constituídos pelos animais gerados, respectivamente, por FIV (61 animais), IA (106 animais) e por monta natural (22 animais). Os animais foram criados em sistema a pasto com suplementação concentrada e desmamados por volta dos 12 meses de idade. A puberdade foi determinada por meio das características físicas e morfológicas do sêmen. Não houve diferença significativa entre os três grupos avaliados em relação à idade, características ponderais e biometria testicular por ocasião da idade à puberdade, demonstrando que o tipo de biotecnologia empregado na produção animal não interferiu no desenvolvimento ponderal e reprodutivo dos mesmos. Os tourinhos alcançaram a puberdade aos  $19,0 \pm 2,8$  meses, pesando  $264,0 \pm 46,0$  Kg e com  $27,4 \pm 3,4$  cm de perímetro escrotal (PE), demonstrando ser sexualmente tardios. Nessa ocasião, os grupos de animais apresentaram valores médios e respectivos desvios-padrão de  $1,8 \pm 1,0$  ml de volume do ejaculado (VOL), turbilhonamento (TURB) de  $0,9 \pm 1,0$  (0-5), motilidade espermática progressiva (MOT) de  $52,3 \pm 22,8\%$ , vigor (VIG) de  $2,6 \pm 0,6$  (0-5), concentração espermática no ejaculado (CONC) de  $647,8 \pm 858,6$  ( $\times 10^6$  espermatozoides), defeitos espermáticos maiores (DM) de  $58,9 \pm 31,5\%$ , defeitos espermáticos menores (Dmen) de  $13,6 \pm 8,3\%$  e defeitos espermáticos totais (DTotal) de  $72,5 \pm 34,3\%$ . Foi observada correlação alta e positiva entre idade à puberdade (IDPUB) e peso corporal (0,63) e IDPUB e PE (0,45), devido ao fato dos animais serem sexualmente tardios. Na faixa etária avaliada, verificou-se correlação alta do PE com peso corporal, DM e DTOTAL e de média a baixa magnitude com os aspectos físicos do

sêmen (MOT, VIG e CONC). Desta forma, o PE pode ser utilizado, em animais jovens, como critério de seleção para precocidade sexual.

## ABSTRACT

FURTADO, Silvia Dantas Costa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2010. **Puberty in young Gyr bulls conceived by different reproductive techniques.** Adviser: Antônio Bento Mancio. Co-advisers: José Domingos Guimarães and Ciro Alexandre Alves Torres.

The aim of this study was to determine whether assisted reproductive biotechnologies *in vitro* fertilization (IVF) and artificial insemination (AI) can interfere on the processes of puberty in young bulls when compared to those generated by natural mating, and measure biometric and seminal parameters of these animals obtained by different techniques applied to animal breeding. There were nine data collections using 189 Gyr animals, ranging in age from one day old to 24 months old. These animals were classified into three categories, according to the reproductive techniques in which they were generated, with groups 1, 2 and 3 were constituted by the animals generated, respectively, from IVF (61 animals), IA (106 animals) and natural mating (22 animals). The animals were raised under pasture conditions with concentrate supplementation and weaned at around 12 months of age. The puberty was determined by means of the physical and morphological characteristics of the semen. There was no significant difference between the three groups regarding age, weight characteristics and testicular biometric during puberty age, demonstrating that the type of biotechnology used in the animal production had no effect on the weight and reproduction development of the same. The young bulls reached puberty at  $19.0 \pm 2.8$  months, weighing  $264.0 \pm 46.0$  kg and  $27.4 \pm 3.4$  cm of scrotal circumference (SC), proving to be sexually late. In this occasion, the groups of animals showed averages and standard deviations of  $1.8 \pm 1.0$  ml for ejaculate volume (VOL), gross motility (TURB) of  $0.9 \pm 1.0$  (0-5), motility (MOT) of  $52.3 \pm 22.8\%$ , vigor of (VIG)  $2.6 \pm 0.6$  (0-5), sperm concentration in the ejaculate (CONC) of  $647.8 \pm 858.6$  (  $\times 10^6$  spermatozoa), major sperm defects (DMA) of  $58.9 \pm 31.5\%$ , minor sperm defects (DME) of  $13.6 \pm 8.3\%$  and total sperm defects (DTotal) of  $72.5 \pm 34.3$  %. It was observed a high and positive correlation between age at puberty (IDPUB), body weight (0.63), IDPUB and PE (0.45), due to the fact that the animals were sexually late. At the age range studied, there was a high correlation between PE and body weight, DM and DTOTAL, and medium to low magnitude with the physical

aspects of the semen (MOT, VIG and CONC). Thus, the PE can be used in young animals, as selection criteria for sexual precocity.

## 1. INTRODUÇÃO

A globalização da economia forçou todos os setores de produção a se tornarem mais ágeis e competitivos. A pecuária também vivencia esta realidade. Para se manter no mercado, os pecuaristas precisam buscar constantemente novas alternativas que viabilizem seus sistemas produtivos, como medidas que possibilitem a redução do custo para produzir, agreguem valor ao produto final ou intensifiquem a produção.

A intensificação da atividade pecuária, objetivando o aumento da produtividade por hectare/ano (seja em kg de carne ou em litros de leite), já vem sendo buscada por muitos produtores, que enxergam esta estratégia como sendo de caráter fundamental para a sobrevivência no mercado. Dentro deste contexto, está a bovinocultura de ciclo curto, que objetiva o encurtamento do ciclo produtivo como uma forma de redução do custo de produção. Isto se justifica porque, quanto menor o tempo de permanência de um animal na propriedade, menor o gasto com mão de obra e medicamentos entre outros, além de liberar o pasto com mais rapidez para outras categorias animais, permitindo, assim, maior capital de giro para o produtor.

Uma das principais medidas para reduzir o ciclo de produção é o uso de animais sexualmente precoces. Para alcançar um rápido desenvolvimento, estes animais precisam ter bom potencial genético, aliado a técnicas adequadas de manejo produtivo, nutricional, sanitário e reprodutivo.

Quando se utilizam touros que apresentam precocidade sexual e genética superior, pode-se reduzir o número de reprodutores em serviço e acelerar o ganho genético (Fordyce et al., 2002). Outra vantagem desta seleção é que as filhas de touros precoces apresentam menor idade ao primeiro parto (Ferraz e Eler, 2007), demonstrando a alta herdabilidade desta característica (Eler et al., 2002, 2004).

Os animais zebuínos são sexualmente mais tardios que os taurinos (Nogueira, 2004). Porém, este quadro vem se modificando em várias raças zebuínas, devido à seleção e disseminação de material genético de animais mais precoces.

A necessidade de produzir rápido e a baixo custo também é uma realidade vivenciada pelos pecuaristas de leite, que, para tal, devem adotar medidas como a utilização de animais sexualmente precoces e adaptados às condições tropicais.

A raça zebuína mais difundida nos rebanhos leiteiros brasileiros é a Gir, seja em cruzamentos com animais europeus ou em rebanhos puros. As principais características que fazem desta raça a mais utilizada entre os zebuínos são: a docilidade

dos animais; a dupla aptidão, pois além de apresentarem boa produção de leite e persistência da curva de lactação, ainda possuem bom rendimento de carcaça; a rusticidade, pois são bem adaptados às condições tropicais, apresentando resistência a endo e ectoparasitas, o que favorece a sua utilização em sistemas de criação a pasto. Porém, quando comparada a outras raças zebuínas, como a Nelore, Guzerá e Tabapuã, a raça Gir apresenta menor precocidade de ganho de peso e fertilidade, com as fêmeas apresentando elevada idade média ao primeiro parto, assim como também é avançada a idade média, nos rebanhos, em que os tourinhos realizam o primeiro serviço. (Vale Filho et al., 2008).

Os produtores não precisam necessariamente fazer uso de biotecnologias mais sofisticadas, como a fertilização *in vitro* (FIV) e a transferência de embriões (TE), para agregar valor genético ao rebanho ou encurtar o ciclo de produção. Estas técnicas apresentam maior custo de implantação quando comparadas a outras mais simples, como a inseminação artificial (IA) ou o uso de touros geneticamente provados para realização da monta natural (MN). Além do mais, há uma série de efeitos adversos decorrentes da FIV.

Em bovinos e outras espécies, uma consequência negativa da FIV é que os embriões, fetos, placentas, e crias podem diferir significativamente, quanto à morfologia e capacidade de desenvolvimento, em comparação aos produzidos a partir de embriões gerados *in vivo*. Anomalias como aumento do peso do feto e da placenta, desenvolvimento anormal do músculo esquelético fetal e do sistema venoso placentário, metabolismo alterado, falhas nos mecanismos fisiológicos e/ou genéticos, essenciais para o adequado crescimento fetal e sobrevivência pós-nascimento, contribuem de forma significativa para os abortamentos e perdas neonatais, explicando assim a maior taxa de mortalidade embrionária e neonatal dos animais concebidos por FIV (Farin et al., 2006). Porém, há carência de estudos que apontem possíveis diferenças nos diversos estágios de desenvolvimento pós-natal dos bovinos, como infância, puberdade e maturidade sexual, quando se compara animais gerados por diferentes biotecnologias reprodutivas aos gerados por monta natural.

O conhecimento e a caracterização dos estágios de maturação sexual dos bovinos são fundamentais para o embasamento de técnicos e produtores que buscam animais sexualmente precoces. Assim, a puberdade e a maturidade sexual se mostram como características reprodutivas de grande importância, pois, a partir de seu

conhecimento, obtém-se respaldo para maximizar a utilização de animais geneticamente superiores.

Desta forma, objetivou-se, com o presente trabalho, verificar se as biotecnologias de reprodução assistida FIV e IA, podem influenciar a fase de puberdade de tourinhos, em comparação aos gerados por monta natural, bem como mensurar os parâmetros biométricos e seminais destes animais obtidos por diferentes técnicas de reprodução animal.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Puberdade**

A puberdade pode ser usada como um indicador de precocidade, sendo um critério muito importante para os diversos programas de melhoramento genético (Bergmann, 1999). Marca o início da vida reprodutiva do indivíduo e deve ser entendida como etapa preparatória para a maturidade sexual, que é a fase em que o animal demonstra seu máximo desempenho. Nas fêmeas, a puberdade representa o início da fase madura, enquanto, nos machos, estes eventos ocorrem de forma diferenciada (Bruschi, 1991).

O conhecimento da idade à puberdade proporciona um manejo mais eficiente do rebanho, pois permite a maximização da sua eficiência reprodutiva, por meio de seleção de animais potencialmente mais precoces e férteis (Lunstra et al., 1978). Vários fatores podem interferir na idade à puberdade, como a raça, as condições nutricionais e climáticas e a própria individualidade do animal (Pereira, 2004).

O período puberal é considerado uma das mais importantes fases reprodutivas na espécie bovina. Nesse período, o tourinho começa a exibir os primeiros sinais de libido, inicia-se a produção espermática e ocorre acentuado crescimento testicular (Salles, 1995). Paralelamente a estes eventos, ocorrem mudanças endócrinas e espermáticas aliadas ao crescimento corporal, com ganho de peso até a puberdade, que variam em relação à raça, idade, ambiente e genética. Características ponderais, testiculares e seminais são usadas para determinar a idade à puberdade de machos (Lunstra et al., 1978).

O processo de espermatogênese ocorre de forma gradativa e em extenso período de tempo. O desenvolvimento sexual do touro, antes de atingir a puberdade,

pode ser dividido em dois estágios, o infantil e o pré-puberal. A fase infantil é marcada por baixas concentrações de testosterona circulante, reflexo da ausência de GnRH ou falta de receptores para o mesmo na hipófise anterior. A fase pré-puberal é marcada por aumento da frequência e amplitude das descargas de hormônio luteinizante (Amann, 1983; Amann & Walker, 1983). O eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal passa, então, a funcionar de forma coordenada. A secreção do GnRH pelo hipotálamo induz a liberação de hormônio luteinizante (LH) (Schanbacher, 1979). Nos testículos, o LH estimula as células de Leydig, que iniciam a síntese e liberação de testosterona, cujo aumento, associado às gonadotropinas hipofisárias, provoca a diferenciação das células de sustentação indiferenciadas em células de Sertoli. Estas, por sua vez, dão suporte à diferenciação de gonócitos em espermatogônias e a posteriores estágios de diferenciação por mitose e meiose, dando origem aos espermatozóides (Silva, 1997; Huhtaniemi & Toppari, 1998). Em animais da raça Nelore, na fase puberal, foi observada relação entre a concentração de testosterona, o início da produção de espermatozóides e o desenvolvimento testicular (Unaniam, 1997). Em animais da raça Hereford, verificou-se que a concentração de LH aumenta entre a 4<sup>a</sup> e a 25<sup>a</sup> semana de idade, e que a concentração de testosterona circulante aumenta gradualmente da 6<sup>a</sup> até a 42<sup>a</sup> semana de idade. O número de células em estágio avançado da espermatogênese também aumenta consideravelmente entre a 15<sup>a</sup> e 45<sup>a</sup> semanas de idade (Evans et al., 1996).

Os animais precoces, por sua vez, apresentam concentrações mais altas de LH circulante, quando comparados a animais tardios (Evans et al., 1995).

É difícil definir os limites da puberdade com precisão, por se tratar de um processo dinâmico, que se inicia muito antes das características que indicam seu final, ocorrendo, ainda, variações entre as espécies e sexos, de forma que o processo finalizaria com o aparecimento da fertilidade funcional, fisiológica e do comportamento sexual típico (Freneau, 1991). Os eventos acima citados, porém, não ocorrem de forma simultânea, o que leva diversos autores a utilizarem diferentes critérios para determinar o surgimento da puberdade em touros.

Abdel-Raouf (1960) caracterizou a fase puberal como sendo o estado fisiológico das gônadas, no qual estas passam a produzir seus hormônios e células gaméticas. Foote (1969) a definiu como o período em que os tourinhos são capazes de produzir espermatozóides viáveis, demonstrando interesse sexual e desenvolvimento peniano para permitir a cópula e a ejaculação. Outros autores a definiram como sendo a

idade na qual aparecem os primeiros espermatozóides móveis no ejaculado (Almquist & Amann, 1962; Garcia et al., 1987). Também há, ainda, quem a defina pela presença dos primeiros espermatozóides no ejaculado (Van Demark & Mauger, 1964; Baker et al., 1955). Igboeli & Rakha (1971) a determinam como a época em que aparecem os primeiros espermatozóides no epidídimo. Por sua vez, Cardoso (1977) adotou a definição de puberdade como sendo o surgimento dos primeiros espermatozóides no lume do epitélio seminífero. Amann (1983) a definiu como o período associado ao rápido crescimento testicular, aumento da secreção de LH e início da espermatogênese e Amann & Walker (1983) consideram a puberdade como o momento em que ocorre a produção de gametas em quantidade suficiente para fecundar uma fêmea.

A definição dada por Wolf et al. (1965), que considera a puberdade como sendo a idade em que o animal apresenta ejaculado com o mínimo de  $50 \times 10^6$  espermatozóides e pelo menos 10% de motilidade espermática progressiva, é a adotada pela maioria dos estudos realizados e na rotina da clínica reprodutiva (Lunstra et al., 1978; Guimarães, 1993; Evans et al., 1995; Kastelic et al., 1997). Esta metodologia pode ser facilmente empregada no exame dos animais *in vivo* e obtida por métodos não invasivos, talvez por isso seja a definição mais adotada.

O intervalo compreendido entre o aparecimento dos primeiros espermatozóides móveis e a idade à puberdade varia de acordo com a raça ou tipo de cruzamento. Nas raças taurinas, há um período de duas a quatro semanas entre o aparecimento dos primeiros espermatozóides e os primeiros espermatozóides móveis e outras quatro semanas e meia desde o último fenômeno até a puberdade, totalizando 8,5 semanas do surgimento dos primeiros espermatozóides até a puberdade (Lunstra & Echternkamp, 1982).

Em tourinhos da raça Gir, criados em regime semi-extensivo, Guimarães (1993) verificou o intervalo médio de 5,6 semanas do surgimento dos primeiros espermatozóides no ejaculado até o aparecimento dos primeiros espermatozóides móveis, e de 6,8 semanas deste segundo evento até a constatação da puberdade, utilizando-se os critérios de Wolf et al. (1965), totalizando, então, um período de 12,4 semanas.

Em animais da raça Nelore, criados em condições extensivas no centro-oeste brasileiro, foi observado intervalo de 13,3 semanas entre os primeiros espermatozóides móveis e a idade à puberdade, a qual é atingida somente aos 18,3 meses, quando se considera o aparecimento dos primeiros espermatozóides móveis no ejaculado, e aos

21,3 meses quando adotada a definição de Wolf e colaboradores (Dode et al.,1989). Já em animais da raça Guzerá, Garcia et al. (1987) verificaram 36,3% de animais com os primeiros espermatozóides em seus ejaculados aos 14 meses de idade.

Assim como a idade à puberdade, o peso corporal e o perímetro escrotal (PE) também variam de acordo com a raça. As raças taurinas apresentam idade à puberdade entre 8,8 e 12,2 meses de idade, com peso entre 258 e 390 Kg, dependendo da raça e das características individuais de cada animal (Lunstra & Echternkamp, 1982; Freneau, 1991; Evans et al.,1995).

Quando se utiliza os critérios preconizados por Wolf et al. (1965), animais da raça Nelore podem atingir a puberdade com idade, PE e peso corporal, respectivamente, de 21,3 meses, 23 cm e 264 Kg (Dode et al., 1989), bem como aos 14,8 meses, 21,7 cm e 231,7 Kg (Freneau et al., 2006), quando manejados em sistemas extensivos de criação. Esses resultados demonstram que a intensificação do melhoramento genético na raça Nelore resultou na antecipação da idade à puberdade, mesmo nos animais criados em pastagem. Garcia et al. (1987) relataram que tourinhos da raça Guzerá apresentaram, na ocasião da puberdade, idade média de 19,5 meses e peso corporal médio de 253,7 kg.

Trocóniz et al. (1991), trabalhando com animais das raças Nelore e Guzerá, a partir dos oito meses de idade, criados em regime de pastagem e suplementados na época da seca, constataram que os touros Nelore foram 42 Kg mais leves que os Guzerá à puberdade. As medidas de PE e a idade à puberdade dos tourinhos Nelore e Guzerá foram, em média, 25,6 cm aos 18 meses e 23,6 cm aos 18,5 meses de idade, respectivamente. Em animais da raça Gir, Guimarães (1993) registrou idade à puberdade aos 15 meses, com peso médio de 249,1 kg e perímetro escrotal de 23,7 cm. Estes estudos demonstram que, quando são fornecidas boas condições nutricionais aos animais, mesmo que não estejam sob manejo de melhoramento genético, os mesmos já expressam algumas características de precocidade sexual. Porém, pode haver grande variação para a ocorrência da puberdade, mesmo com animais bastante homogêneos quanto às características de crescimento e biometria testicular, devido à ausência de seleção para estas características nos rebanhos brasileiros.

Taurinos e zebuínos apresentam diferenças quanto às idades dos eventos reprodutivos mencionados, pois são fisiologicamente semelhantes, porém cronologicamente diferentes. Os zebuínos são mais tardios, provavelmente devido às condições ambientais desfavoráveis em que são criados, na maioria das vezes. Por atingirem a puberdade em idade mais avançada que os taurinos, os zebuínos também

atingem a maturidade sexual mais tardiamente, visto que é necessário um período mínimo entre os dois eventos para a estruturação do epitélio seminífero e ocorrência de modificações funcionais dos epidídimos, ductos deferentes e glândulas sexuais acessórias, permitindo, assim, a produção de ejaculados em condições satisfatórias. Desta forma, a idade à puberdade pode ser utilizada para predizer a precocidade sexual de um touro (Guimarães, 1993).

A alimentação também pode interferir bastante na idade à puberdade. Animais submetidos a baixos níveis alimentares tendem a ser mais tardios, e este comprometimento ocorre, principalmente, nas fases pré-puberal e puberal (Abdel-Raouf, 1960). Animais submetidos a dietas com baixo teor de nutrientes digestíveis totais podem ter um atraso de sete semanas e redução do peso corporal na idade à puberdade (Van Demark & Mauger, 1964). Já Flipse & Almquist (1961) observaram que dietas com baixo nível energético provocam atraso de três a cinco meses no surgimento dos primeiros espermatozóides. Isto ocorre devido a uma disfunção no mecanismo hipotalâmico-hipofisário, que provoca redução do pulso diário de LH e efeitos negativos nas células de Leydig, ocasionando menor concentração de testosterona e comprometimento da espermatogênese (Gauthier & Barbigier, 1982; Silva, 1997). Desta forma, também pode influenciar as características de crescimento e produção de sêmen após a puberdade (Rekwot et al., 1988). Corroborando, Corrêa et al. (2006), trabalhando com tourinhos da raça Tabapuã, entre 12 e 27 meses de idade, constataram que a suplementação alimentar influencia o peso corporal, o perímetro escrotal e as características físicas do sêmen de animais jovens, porém, apresenta menor efeito sobre a maturidade sexual destes animais.

## **2.2. Características físicas e morfológicas do sêmen na fase puberal**

Os touros são responsáveis por cerca de 70% ou mais do melhoramento genético que se pode conseguir nas características de uma população, visto que, sua influência não se limita apenas ao fornecimento de metade de sua carga genética aos seus descendentes, pois possuem um diferencial de seleção maior que as fêmeas. A habilidade reprodutiva do touro pode variar intensamente e os problemas de fertilidade são relativamente freqüentes (Brito et al., 2004); segundo os autores, a produção espermática aumenta com a idade e o desenvolvimento testicular.

Nas condições dos trópicos, os animais *Bos taurus indicus* possuem maior produção espermática que os *Bos taurus taurus*, característica que pode ter sido adquirida com a melhor adaptação ao ambiente tropical (Brito et al., 2004).

Segundo Vale Filho et al. (2001), os touros jovens (*Bos taurus indicus*) podem ser classificados como precoces quando apresentarem espermatozóides no plasma seminal aos 12 meses de idade, mesmo que com baixa motilidade (5 a 10%), a concentração de 25 a 50 milhões de espermatozóides/mL e PE entre 24 e 26 cm. Se, nessa mesma idade, apresentarem motilidade espermática progressiva variável de 20 a 30% e concentração de 50 milhões de espermatozóides/mL, além de PE igual ou superior a 26 cm, serão considerados superprecoces.

Com relação aos aspectos físicos do sêmen, a concentração espermática pode variar de acordo com o método de coleta, com a nutrição, estação do ano, raça, indivíduo e problemas patológicos (Galloway, 1989).

A motilidade espermática é uma das principais características a se considerar no exame do sêmen, pois é essencial no processo de fertilização (Quirino, 1999). Em touros da raça Nelore, foi observada alta correlação genética entre vigor e motilidade (0,99), o que sugere associação alta e positiva entre as respectivas características (Quirino et al., 1998).

Em condições de trópicos, tourinhos da raça Guzará, púberes, registram valores de volume do ejaculado inferiores a 3 mL, motilidade espermática progressiva entre 40 e 50%, vigor inferior a 3 (0-5), turbilhonamento igual ou inferior a 1 (0-5) e valores inferiores a 200 milhões de espermatozóides na concentração total por ejaculado (Garcia et al., 1987). Em animais púberes da raça Gir, Guimarães (1993) obteve ejaculados com volume médio de 3,7 mL, turbilhonamento de 0,3, vigor espermático 2, motilidade espermática de 29% e concentração de 165,4 milhões de espermatozóides por ejaculado, com amplitude de 500 a 800 milhões. Também, tourinhos da raça Nelore, por ocasião da puberdade, demonstram valores de 36,5% de motilidade espermática progressiva e 230,5 milhões de espermatozóides no ejaculado total (Silva, 1997).

Os aspectos morfológicos são importantes para adequada avaliação da qualidade seminal. A classificação das anomalias espermáticas, proposta por Blomm (1973), é a mais aceita pelos pesquisadores, dividindo os defeitos espermáticos em maiores, menores e totais. Os defeitos maiores, quando em porcentagens elevadas, têm sido associados aos distúrbios da espermatogênese e os defeitos menores, aos defeitos de cauda espermática e outras patologias não associadas à espermatogênese, tendo

menor influência na fertilidade, quando comparados aos defeitos maiores (Fonseca et al., 1990).

Quanto à morfologia espermática na fase puberal, observa-se que os tourinhos apresentam altos índices de patologias espermáticas. Nos primeiros ejaculados de animais púberes, dentre os tipos de patologias espermáticas predominantes neste período, destacam-se as formas piriformes e microcefálicas, as caudas dobradas e enroladas e as gotas citoplasmáticas proximais, sendo que estas últimas diminuem acentuadamente nas primeiras seis semanas pós-puberais e continuam diminuindo gradativamente até alcançarem valores baixos ou nulos entre a 16<sup>a</sup> e a 20<sup>a</sup> semanas (Killian & Amann, 1972; Lunstra & Echtenkamp, 1982 e Guimarães, 1993). Godinho (1970), trabalhando com animais da raça Gir, constatou principalmente anomalias de cabeça, com valores entre 18,5 e 23%, e índices reduzidos de gotas protoplasmáticas proximais. Em animais da mesma raça, por sua vez, Guimarães (1993) relatou que as gotas protoplasmáticas proximais são as principais anomalias espermáticas em animais nas fases peri-puberal, puberal e pós-puberal, quando, então, decrescem para valores baixos ou nulos na fase de maturidade sexual. Segundo o último autor, os ejaculados durante as fases puberal e pós-puberal imediata apresentam valores de 56,6%, 16,4% e 72,1% para defeitos espermáticos maiores, menores e totais, respectivamente. Valores estes muito próximos (50,3%, 11,7% e 62%, respectivamente) aos relatados por Silva (1997), em animais puberais da raça Nelore.

## **2.3. Desenvolvimento corporal e biometria testicular**

### **2.3.1. Peso corporal**

Os estudos em torno das características biométricas, tais como peso corporal, perímetro torácico, altura e largura da garupa, têm demonstrado altas correlações com os eventos reprodutivos (Lunstra et al., 1978; Oyedipe et al., 1981).

As raças taurinas têm evidenciado marcada aceleração do ganho de peso corporal durante a fase puberal até a maturidade sexual, quando, então, este passa a aumentar de forma gradativa e menos intensa (Killian & Amann, 1972; Lunstra et al., 1978; Lunstra & Echtenkamp, 1982). Animais zebuínos da raça Gir, entre 7 e 24 meses de idade, criados em condições semi-extensivas, apresentaram ganho de peso médio diário de 0,45 kg/dia. Entretanto, verificou-se diminuição deste ganho para 0,32 kg/dia

na fase puberal, que é atribuída ao comportamento diferenciado de zebuínos quanto à característica de desenvolvimento corporal (Guimarães, 1993).

Nas raças zebuínas, ocorrem correlações altas e negativas entre o peso corporal e defeitos espermáticos maiores ( $r = -0,64$ ) e defeitos espermáticos totais ( $r = -0,62$ ) (Guimarães, 1993). São importantes as correlações de peso com características reprodutivas em animais jovens, sendo estas maiores que as verificadas em relação a animais mais velhos.

### **2.3.2. Correlações da biometria testicular e características de desenvolvimento corporal e seminal**

O perímetro escrotal (PE) é uma medida biométrica importante para prever a vida reprodutiva em bovinos, pois tem correlações genéticas favoráveis com características seminais (Knights et al., 1984), idade à puberdade em machos e fêmeas (Bourdon & Brinks, 1986; Martin et al., 1992; Moser et al., 1996) e características de crescimento (Kriese et al., 1991; Bergmann et al., 1996).

O PE depende, principalmente, do diâmetro e do número de túbulos seminíferos (Valentim et al., 2002). Em virtude da facilidade de avaliação, pode ser considerada como uma das características mais importantes na seleção de touros jovens para prever a fertilidade. Mas, apesar das correlações de PE com produção de gametas, precocidade sexual e características de produção (Garcia et al. 1990; Martinez et al., 2000), esta não deve ser a única característica utilizada para avaliar a qualidade do sêmen (Martinez et al., 2000).

A correlação entre PE e idade à puberdade é negativa. Para cada centímetro de perímetro escrotal acrescido na média da população, ocorre redução da idade à puberdade nos machos e da idade à primeira parição na progênie do reprodutor (Smith et al., 1989).

O PE pode ser usado para estimar o tamanho dos testículos, funcionando como um indicador confiável do início da puberdade em tourinhos (Curtis & Amann, 1981). O desenvolvimento e o tamanho testiculares são influenciados pela genética dos pais (Browning Jr. et al., 1997), bem como pelo ambiente em que o animal vive (Vale Filho et al., 1989).

Em animais da raça Gir, observa-se uma desaceleração do crescimento dos 20 aos 21 meses de idade, demonstrando, assim, uma relação cúbica entre as referidas características (Guimarães, 1993).

Em animais taurinos, a correlação entre PE e idade pode variar de  $r = 0,77$  a  $r = 0,98$ , em animais até o 36<sup>o</sup> mês de idade (Lunstra et al., 1978; Mies Filho et al., 1981; Freneau, 1991). Entre o PE e o peso, a correlação gira em torno de  $r = 0,95$  e entre a idade e o peso,  $r = 0,85$ , em animais entre sete e 13 meses de idade (Lunstra et al., 1978). Em animais da raça Gir, as correlações entre PE e idade e entre PE e peso corporal foram de  $r = 0,86$  e  $r = 0,93$ , respectivamente, segundo Guimarães (1993). Já em animais da raça Nelore, registrou-se correlação de  $r = 0,61$  entre idade e PE (Garcia Deragon e Ledic, 1990).

Barbosa (1987), trabalhando com animais das raças Nelore e Canchim, não observou correlação entre PE e peso corporal, mas constatou alta correlação ( $r = 0,88$ ) entre PE e volume testicular, estando o último correlacionado de forma significativa com o peso corporal ( $r = 0,52$ ).

Correlações entre PE e características físicas e morfológicas do sêmen também são relatadas. Em animais da raça Holandesa, observou-se correlação positiva entre biometria testicular e concentração espermática, sendo esta alta ( $r = 0,81$ ) em animais jovens de um a dois anos de idade, tendendo a diminuir ( $r = 0,22$ ) com a idade. Isto ocorre porque os animais atingem o valor máximo de PE por volta de cinco a seis anos de idade, quando, então, permanece relativamente constante (Hahn et al., 1969). Segundo os autores, esta correlação poderá ter pouco valor para animais com idade acima dos seis anos, visto que, outros fatores relativos à idade, como degeneração e fibrose testicular, podem mascarar a relação entre o PE e o potencial espermático.

Animais da raça Gir, em fase puberal, apresentam valores moderados a altos quando se correlaciona PE com defeitos espermáticos maiores ( $r = -0,60$ ), defeitos espermáticos totais ( $r = -0,56$ ) e motilidade espermática ( $r = 0,55$ ), o que ressalta a importância prática do PE para escolha de touros jovens como potenciais reprodutores (Guimarães, 1993).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Local do experimento**

O experimento foi conduzido na fazenda Brasília, situada no município de São Pedro dos Ferros, localizado no Vale do Rio Doce, estado de Minas Gerais, de abril de 2008 a março de 2009. A fazenda está localizada a 19°56'22" de latitude sul e 42°33'54" de longitude oeste. As temperaturas mínima e máxima anuais apresentam médias aproximadas de 16,6°C e 32,6°C, respectivamente. O índice pluviométrico anual gira em torno de 900 a 1300 mm<sup>3</sup>. As maiores precipitações pluviométricas ocorrem nos meses de dezembro e janeiro, enquanto que as menores ocorrem nos meses de julho e agosto.

### **3.2. Animais e tipo de manejo**

Durante o período experimental, foram realizadas nove coletas de dados, utilizando um total de 189 tourinhos zebuínos da raça Gir, de 0 a 24 meses. Durante o período do experimento, os animais que atingiram a puberdade foram retirados do experimento, ao mesmo tempo em que os recém-nascidos foram inseridos.

Os animais foram classificados em três grupos, de acordo com o método empregado para a produção do bezerro, sendo que o grupo um (n = 61) foi constituído de animais obtidos por Fertilização *in vitro* (FIV); o grupo dois (n = 106) por animais obtidos por Inseminação Artificial (IA) e o grupo três (n = 22) foi composto dos animais obtidos por monta natural (MN), sendo este último o grupo controle.

O manejo nutricional e sanitário dos animais foi o de rotina empregado na fazenda. O sistema de criação foi o semi-extensivo. As pastagens possuíam sistema de irrigação, sendo compostas predominantemente por gramíneas do gênero *Cynodon* (grama estrela).

Seguindo o manejo de ordenha da fazenda, que é realizado de forma manual e com a cria ao pé, os bezerros mamaram, duas vezes ao dia, enquanto as vacas eram ordenhadas. Um quarto da glândula mamária (quarto cranial), sempre o mesmo, foi deixado para o respectivo bezerro, por ser mais fácil de mamar durante a ordenha. Até o oitavo dia de vida, os bezerros ficaram em bezerreiros e não receberam nenhuma suplementação. Do nono dia aos quatro meses de idade, foram mantidos em uma área maior, próxima ao curral, onde receberam água, sal mineral (para todas as idades foi usado o FOS Cromo<sup>®</sup> da Purina), feno de tifton e concentrado com 18% de PB e 82% de NDT (Terneirinha<sup>®</sup>, Purina), todos *ad libitum*. Depois desta fase, foram levados para piquetes próximos aos currais, com pastagens compostas predominantemente por gramíneas do gênero *Cynodon* (grama estrela), onde receberam feno, água e sal mineral

*ad libitum*, e concentrado com 18% de PB e 77% de NDT (Novilhina<sup>®</sup>, Purina), na proporção de 1 Kg/animal/dia. Os bezerros permaneceram nos piquetes até completarem um ano de idade, quando foram desaleitados ( $\pm$  180 Kg de peso vivo).

Do desaleitamento até 24 meses, foram mantidos, no período das águas, em piquetes de *coast cross*, em sistema de pastejo rotacionado, com suplementação diária de 1 Kg de concentrado (Novilhina<sup>®</sup>, Purina) por animal, além de sal mineral e água *ad libitum*. Na época da seca, receberam adicionalmente cana-de-açúcar com uréia a 1%, fornecida duas vezes ao dia no cocho.

### **3.3. Biometria testicular, avaliação das vesículas seminais e peso corporal**

A biometria testicular, a avaliação das vesículas seminais e a pesagem dos animais, dos três grupos experimentais, foram feitas em todas as sessões de coletas de sêmen. Para obtenção das mensurações testiculares, os animais foram contidos, individualmente, em tronco apropriado, onde tiveram seus testículos levemente tracionados no sentido ventro-caudal. O perímetro escrotal foi obtido por meio da mensuração na porção de maior diâmetro, com o auxílio de uma fita métrica apropriada. As medidas de comprimento e largura testiculares foram realizadas com uso de paquímetro. As avaliações das vesículas seminais foram feitas por palpação transretal, quanto ao comprimento e largura.

### **3.4. Coleta e análise física e morfológica do sêmen**

Todos os animais que apresentavam na avaliação clínica-reprodutiva consistência testicular intermediária entre tensa e tenso-elástica, foram submetidos a coleta de sêmen. Os animais que apresentavam consistência testicular tensa, não foram submetidos à coleta, em função do bem-estar animal, e por apresentarem uma menor probabilidade de estarem púberes.

O método empregado para coletar sêmen foi o de eletroejaculação, com os animais devidamente contidos em tronco individual. Os ejaculados foram coletados em tubos graduados acoplados a funil de plástico. Imediatamente após as coletas, foram avaliadas as características físicas do sêmen (volume, aspecto, turbilhonamento, motilidade espermática progressiva e vigor espermático).

Para determinar o aspecto da amostra coletada, foi feita a avaliação visual, considerando principalmente cor e aparência do ejaculado, para então classificá-la como

cremosa, leitosa, opalescente, serosa ou aquosa, o que corresponde, aproximadamente, a uma determinada concentração espermática (CBRA, 1998).

Para determinação do turbilhonamento, foi utilizada uma gota de sêmen, em uma lâmina previamente aquecida a 37 °C, avaliada em microscópio óptico em aumento de 100x, sendo então classificado em uma escala de 0 a 5. A motilidade espermática progressiva foi avaliada a partir da colocação de uma gota de sêmen entre uma lâmina e uma lamínula, também previamente aquecidas a 37 °C, utilizando aumento de 200 ou 400x, sendo determinado o percentual de espermatozóides com motilidade progressiva, em uma escala de 0 a 100%. E, imediatamente, na mesma preparação, classificou-se o vigor espermático, definido em uma escala de 0 a 5, o qual foi determinado utilizando-se esta mesma lâmina (Manual do CBRA, 1998).

A concentração espermática por mL e no ejaculado total foi determinada por meio da adição de 10 µL de sêmen em 2 mL de solução formol-salina tamponada (Hancoch, 1957), na proporção de 1:200, para posterior contagem dos espermatozóides em câmara de Neubauer.

Para análise da morfologia espermática, uma alíquota de sêmen (quantidade necessária para turvar a solução) foi adicionada em 1 mL de solução formol-salina tamponada, que foi estocada à temperatura ambiente até o dia das análises morfológicas. A análise microscópica foi feita por contraste de fase, em imersão, num aumento de 1000x, sendo registradas as anomalias de cabeça e de cauda espermática (Blomm, 1973), totalizando 400 células por amostra de ejaculado. O percentual de patologias dos espermatozóides foi discriminado e calculado em cada ejaculado, de acordo com os critérios adotados por Blomm (1973), sendo agrupados em defeitos espermáticos maiores, menores e totais.

### **3.5. Determinação da puberdade**

O critério de puberdade empregado no presente estudo foi o mesmo preconizado por Wolf et al. (1965), sendo definida como a idade na qual o animal apresenta um ejaculado com motilidade espermática progressiva mínima de 10% e concentração espermática total mínima de  $50 \times 10^6$  espermatozóides.

### **3.6. Análise estatística**

Foi empregado o programa estatístico SAEG 9.1 (UFV, 2007).

Para todos os parâmetros estudados, foi efetuada a estatística descritiva, com determinação da média, desvio padrão e coeficiente de variação.

Todos os dados quantitativos foram submetidos aos testes de Lilliefors e Cochran e Bartlett para verificar a normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias e, quando necessário, foi efetuada a conversão dos dados. Posteriormente, quando não atenderam as premissas da ANOVA, foram submetidos a análise não paramétrica, e tiveram suas médias comparadas pelo teste de Kruskal Wallis ou Wilcoxon.

Os dados quantitativos referentes às idades a puberdade, biometria testicular e peso corporal, avaliações físicas e morfológicas do sêmen, bem como a verificação dos efeitos das diferentes biotécnicas aplicadas da reprodução assistida sobre a idade à puberdade, foram submetidos à ANOVA. Quando houve efeito significativo pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Correlações Simples de Pearson foram realizadas entre todos os parâmetros estudados e análises de regressão foram empregadas para estudar o comportamento dos parâmetros biométricos: ponderal, testicular e seminal, em função da idade dos animais.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Puberdade**

Durante o período experimental, foram avaliados 189 animais, para determinação das biometrias testiculares e ponderais e, para a determinação da idade à puberdade. Quarenta e oito animais foram submetidos a coleta de sêmen, com amplitude de idade de 6 a 28 meses de vida. Destes animais acompanhados, 39 atingiram a puberdade durante o período experimental, segundo o critério preconizado por Wolf et al. (1965). Os valores médios e os respectivos desvios-padrão de idade, peso corporal, perímetro escrotal, vesículas seminais e biometria testicular dos animais púberes, nos três grupos avaliados, encontram-se sumariados na Tabela 1 e a frequência, assim como a frequência acumulada de animais púberes de acordo com a idade, encontram-se na tabela 2.

Os animais dos grupos FIV, IA e MN não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ) em relação à idade, características ponderais e biometria testicular, por ocasião da idade à puberdade, demonstrando que o tipo de biotecnologia empregado na produção animal

(inseminação artificial e produção *in vitro*) não interfere no desenvolvimento ponderal e reprodutivo dos mesmos, quando comparado com animais gerados por monta natural. No entanto, há carência de estudos que avaliem comparativamente o desenvolvimento de animais gerados por diferentes biotecnologias empregadas na produção animal, quando comparados com a monta natural. Talvez este fato se justifique pelo emprego diferenciado das técnicas nos diversos sistemas de produção animal. A IA é utilizada em apenas 7% das fêmeas em idade reprodutiva (ASBIA, 2003); a FIV, por apresentar maiores custos e exigências tecnológicas, é uma técnica adotada em poucos rebanhos, geralmente disseminadores de material genético; a monta natural, por sua vez, é a técnica utilizada pela grande maioria dos produtores, respondendo por mais de 90% dos bezerros nascidos (IBGE, 2006).

Tabela 1 - Idade à puberdade, características ponderais e biometria testicular de touros púberes da raça Gir, de acordo com a biotecnologia empregada na reprodução animal e na monta natural

CARACTERÍSTICAS	BIOTECNOLOGIAS			GERAL
	FIV	IA	MN	
IDPUB	18,6±2,8 (19)	19,4±3,2 (14)	19,3±1,6 (6)	19,0±2,8 (39)
PESO	268,6±38,8 (17)	267,1±62,3 (13)	244,3±10,0 (6)	264,0±46,0 (36)
PE	27,8±2,8 (19)	26,1±4,2 (14)	24,8±1,8(6)	27,4±3,4 (39)
CTE	9,8±1,1(19)	9,3±1,5(14)	8,8±0,8(6)	9,5±1,2(39)
LTE	5,4±0,6(19)	5,3±0,8(14)	4,6±0,4(6)	5,2±0,7(39)
CTD	9,8±1,1(19)	9,4±1,4(14)	8,9±1,0(6)	9,5±1,2(39)
LTD	5,4±0,6 (19)	5,5±0,8(14)	4,7±0,5(6)	5,3±0,7(39)
CVES	7,2±2,2(17)	6,7±1,7(13)	5,5±1,4(6)	6,7±2,0(36)
LVES	1,7±0,6(17)	1,7±0,6(13)	1,1±0,2(6)	1,6±0,6(36)

( $p>0.05$ ). Médias comparadas pelo teste de Tukey. CARACT.= características avaliadas; FIV = fertilização *in vitro*; IA = inseminação artificial; MN = monta natural; IDPUB = idade à puberdade (meses); PESO = peso dos animais (Kg); PE = perímetro escrotal (cm); CTE = comprimento testículo esquerdo (cm); LTE = largura testículo esquerdo (cm); CTD = comprimento testículo direito (cm); LTD = largura testículo direito (cm); CVES = comprimento das vesículas seminais (cm); LVES = largura das vesículas seminais (cm).

Os tourinhos alcançaram a puberdade aos  $19,0 \pm 2,8$  meses, pesando  $264,0 \pm 46,0$  Kg e com  $27,4 \pm 3,4$  cm de perímetro escrotal (PE), e com relação à frequência de animais púberes por idade, verificou-se maior frequência de animais púberes aos 19 e 20 meses de idade (tabela 2), demonstrando ser sexualmente tardios, mesmo com suplementação adequada para a faixa etária, e comparados ao estudo de Guimarães

(1993), que observaram idade à puberdade aos 15 meses, com peso de  $249,1 \pm 22,6$  kg e 23,7 cm de PE em animais da mesma raça. Porém, os valores observados se aproximam dos registrados em estudos com animais da raça Guzerá, nos quais foi constatada idade à puberdade aos 19,5 meses, com 253,7 kg de peso (Garcia et al., 1987) e aos 18,2 meses, com 310 Kg e 23,6 cm de PE (Trocóniz et al., 1991).

Tabela 2 – Frequência e frequência acumulada da idade à puberdade de tourinhos da raça Gir criados em condições semi-extensivas, de acordo com a idade

<b>Idade (meses)</b>	<b>Animais púberes (n)</b>	<b>Frequência (%)</b>	<b>Frequência acumulada (%)</b>
6	0	-	-
7	0	-	-
8	0	-	-
9	0	-	-
10	0	-	-
11	0	-	-
12	0	-	-
13	0	-	-
14	2	5,1	5,1
15	2	5,1	10,2
16	3	7,7	17,9
17	4	10,3	28,2
18	5	12,8	41,0
19	7	17,9	58,9
20	6	15,4	74,3
21	5	12,8	87,1
22	2	5,1	92,2
23	1	2,6	94,8
24	1	2,6	97,4
28	1	2,6	100,0

Para animais da raça Nelore, manejados em sistema extensivo de criação, Dode et al. (1989) verificaram idade à puberdade aos 21,3 meses, sendo estes animais mais

tardios que os touros do presente estudo. Freneau et al. (2006), trabalhando com animais da mesma raça e em semelhante sistema de manejo, observaram que estes manifestaram a puberdade aos 15 meses de idade, o que pode ser considerado muito precoce para a raça. Por sua vez, Lima et al. (2007) constataram idade à puberdade aos 13,7 meses, com peso de 339,98 Kg e PE de 27,1 cm. Os valores registrados para a raça Nelore mostram-se muito inferiores aos observados no presente estudo. A justificativa para tais diferenças é que os animais da raça Nelore têm apresentado diminuição da idade à puberdade e aumento da taxa de ganho de peso ao longo dos anos, em decorrência de intenso melhoramento genético e da seleção para precocidade a que são submetidos.

Médias de PE semelhantes às descritas no presente estudo, por ocasião da puberdade, foram registrados por Lima (2007), em animais da raça Nelore. Valores inferiores de PE foram observados em animais da raça acima citada por Dode et al. (1989) e Unanian (1997), que relataram medidas de 23,0 e 24,1 cm, respectivamente. Provavelmente, estas diferenças se devam à idade, peso e à própria linhagem dos animais, que pode interferir no tamanho dos testículos de touros, principalmente em fases de crescimento (Deragon e Ledic, 1990).

Os valores médios de idade à puberdade, dados ponderais e testiculares demonstram que os tourinhos estudados são sexualmente tardios, principalmente se comparados com animais da raça Nelore. Entretanto, alguns animais tornaram-se púberes mais precocemente, por volta dos 14 meses (precoces), enquanto outros foram mais tardios, atingindo a puberdade por volta dos 24 meses de idade. Esta grande amplitude na idade de manifestação da puberdade reflete a heterogeneidade do rebanho, uma vez que os animais foram criados sob as mesmas condições, e que poderão responder satisfatoriamente à seleção para precocidade sexual. Esta seleção assume relevada importância no rebanho em questão, por se tratar de animais de alto valor genético para produção de leite, que serão utilizados como futuros reprodutores ou doadores de sêmen em centrais de coleta, uma vez que passarão esta característica para seus descendentes (Pereira et al., 2000). Ressalta-se que o rebanho em questão sempre foi submetido a programa de melhoramento animal para produção de leite (mais de 60 anos), inclusive sob controle de empresas oficiais de controle leiteiro, sem haver preocupação com a precocidade sexual.

A identificação de animais zebuínos sexualmente precoces, principalmente se criados em condições tropicais, contradizem a afirmativa de que animais de raças

zebuínas (*Bos taurus indicus*) são sexualmente mais tardios, quando comparados a animais de raças taurinas (*Bos taurus taurus*). O estresse pelo calor e a baixa qualidade das forragens a que os zebuínos são submetidos podem retardar o processo de puberdade (Galina & Arthur, 1991). Este fato ficou mais evidente num estudo desenvolvido por Rao (1984), que demonstrou que animais taurinos criados em condições tropicais atingiram a puberdade apenas aos 22 meses de idade.

Desta forma, programas de seleção genética, aliados a adequadas condições de manejo, principalmente nutricional, propiciarão que animais das diversas raças zebuínas alcancem a puberdade e a maturidade sexual mais precocemente (Nogueira, 2004).

#### 4.1.1. Aspectos físicos e morfológicos do sêmen

Os animais gerados por FIV, IA e MN, por ocasião da puberdade, não apresentaram diferença em relação aos aspectos físicos (volume, turbilhonamento, motilidade espermática progressiva retilínea, vigor e concentração espermática) e morfológicos (defeitos maiores, menores e totais) do sêmen (Tabela 3).

As médias de turbilhonamento (0,9), motilidade espermática (52,3 %) e vigor espermático (2,6), obtidas no presente estudo, mostram-se semelhantes aos observados por GARCIA et al. (1987), em animais da raça Guzerá. Guimarães (1993) também registrou valores semelhantes em animais púberes da raça Gir.

Tabela 3 - Aspectos físicos e morfológicos do sêmen de touros púberes da raça Gir, de acordo com a biotecnologia empregada na produção animal e monta natural

CARACTERÍSTICAS	BIOTECNOLOGIAS			GERAL
	FIV	IA	MN	
VOL	1,9±0,9(19)	2,0±1,2(14)	1,2±0,3(6)	1,8±1,0(39)
TURB	0,9±0,8(19)	0,9±1,3(14)	1,1±0,9(6)	0,9±1,0(39)
MOT	55,5±18,2(19)	46,4±27,8(14)	55,8±24,2(6)	52,3±22,8(39)
VIG*	2,7±0,6(19)	2,5±0,7(14)	2,8±0,3(6)	2,6±0,6(39)
CONC	709,3±579,9(19)	696,2±1275,7(14)	340,0±159,4(6)	647,8±858,6(39)
DM	58,4±34,4(19)	63,1±31,7(14)	50,9±23,4(6)	58,9±31,5(39)
Dmen	10,9±6,4(19)	16,6±10,7(14)	14,9±5,0(6)	13,6±8,3(39)
DTOTAL	69,3±38,3(19)	79,7±32,9(14)	65,8±24,0(6)	72,5±34,3(39)

( $p>0.05$ ). Médias comparadas pelo teste de Tukey. \*VIGOR, avaliado pela análise não paramétrica, médias comparadas pelo teste de Kruskal Wallis. VOL= volume do sêmen (mL); TURB= turbilhonamento (0-5); MOT= motilidade espermática progressiva retilínea (%); VIG= vigor espermático (0-5); CONC= concentração espermática ( $\times 10^6$  espermatozóides/ejaculado); DM= % de defeitos maiores; Dmen= % de defeitos menores; DTOTAL= % de defeitos totais

Ressaltamos que os valores acima descritos de concentração e motilidade encontram-se acima do preconizado para idade a puberdade, provavelmente devido ao fato de que o período entre coletas estipulado (intervalo de 1 mês) foi grande ou devido à resposta individual dos animais submetidos ao estímulo do eletroejaculador, que podem não necessariamente responder ao estímulo em todas as coletas.

A época do ano em que é feita a coleta do sêmen pode interferir na sua qualidade, visto que pode alterar características como vigor, motilidade e concentração espermática e integridade de acrossoma (Silva et al., 2009). Como o desenvolvimento sexual é um processo dinâmico, o que dificulta o seu acompanhamento, podem ocorrer diferenças decorrentes do próprio intervalo de coletas.

Os valores de motilidade espermática, observados no presente estudo, são similares aos relatados por Folhadella (2006), que também trabalhou com tourinhos da raça Gir, e Garcia et al. (1987), em animais da raça Guzerá. No entanto, são superiores aos registrados por Guimarães (1993) e Silva (1997).

A concentração espermática é uma característica importante para definição da puberdade, que pode ser influenciada pelo método de coleta adotado. No presente estudo, os animais alcançaram a puberdade com concentração média de  $647,8 \pm 858,6$  milhões de espermatozóides por ejaculado. Este valor encontra-se acima do relatado pela maioria dos autores. O resultado mais próximo foi o de Freneau (1991), que verificou, em touros mestiços Holandês x Gir, amplitude de 50 a 657 milhões de espermatozóides no ejaculado por ocasião da puberdade. Os valores elevados de concentração espermática, por ocasião da puberdade, ocorreram provavelmente em decorrência do intervalo de coletas, indicando que, para melhor monitoramento destas características, seriam necessárias coletas quinzenais ou até mesmo semanais, para o registro de alterações de menor amplitude nos valores destas características. Contudo, deve-se considerar a dificuldade de manejo dos animais, submetendo-os a elevadas situações de estresse, tanto ao método de coleta, como no momento de contensão para obtenção dos ejaculados.

As médias e os desvios-padrão observados para os defeitos espermáticos maiores, menores e totais foram  $58,9 \pm 31,5$ ;  $13,6 \pm 8,3$  e  $72,5 \pm 34,3\%$ , respectivamente. Estes valores são semelhantes aos registrados por Guimarães (1993), que preconiza este quadro espermático como característica da fase puberal na espécie bovina, porém cronologicamente diferente. Porém, Lima (2009) observou, em animais

da raça Nelore, valores mais elevados para defeitos menores e inferiores para defeitos maiores e totais.

#### **4.1.2. Correlações entre idade à puberdade, características ponderais e seminais**

As correlações entre as características avaliadas à puberdade estão sumariadas na tabela 4. A biotecnologia empregada na produção animal não interferiu nas respostas das características avaliadas ( $p > 0,05$ ).

Dados referentes ao turbilhonamento do sêmen dos animais à puberdade não foram computados para a definição das correlações, pois, segundo Vale Filho (1989), a presença de turbilhonamento com escore elevado (3-5) no sêmen de touros só é observada quando o mesmo se mostra com valores de concentração, motilidade e vigor espermáticos elevados e baixos índices de defeitos espermáticos maiores, menores e totais. Estas características apresentam valores superiores aos observados na ocasião da puberdade, onde são observados valores baixos para características físicas do ejaculado e elevados para anomalias espermáticas.

Segundo Vasconcelos (2001), o PE apresenta alta correlação com outras características biométricas, como comprimento ( $r = 0,44$  e  $0,50$ ), largura ( $r = 0,60$  e  $0,73$ ) e volume testiculares ( $r = 0,73$ ). No presente trabalho, também foram constatadas correlações elevadas entre PE e comprimento ( $r = 0,78$  e  $0,79$ ) e PE e largura ( $r = 0,91$  e  $0,90$ ), concluindo-se que, devido a essas altas correlações, pode-se utilizar apenas o PE como característica biométrica em programas de seleção.

Foi observada alta correlação positiva entre idade à puberdade e peso ( $r = 0,63$ ). Porém, este valor foi inferior aos mencionados por Lunstra et al. (1978), Garcia et al. (1987), Guimarães (1993) e Freneau et al. (2006), que verificaram valores em torno de  $r = 0,90$ . O menor valor aqui encontrado, bem como o fato da correlação observada ter sido positiva, deve-se ao desenvolvimento sexual mais tardio do rebanho, que manifestou a puberdade em idades mais avançadas.

A correlação entre idade à puberdade e PE foi alta e também positiva, pelo mesmo motivo anteriormente citado. Este resultado é conflitante com os verificados por outros autores, como Smith et al. (1989), que estudando a progênie de touros de raças européias selecionadas para a produção de carne, observaram correlação negativa entre PE e idade à puberdade, e concluíram que, para cada centímetro de PE, ocorre redução

da idade à puberdade nos machos e da idade à primeira parição na progênie do reprodutor.

A idade à puberdade apresentou baixa correlação com motilidade e vigor espermático, e não significativa com a concentração, provavelmente decorrente da grande amplitude de idade à puberdade apresentada pelos animais. No presente estudo, foi verificada correlação positiva da motilidade espermática progressiva com a concentração espermática no ejaculado e negativa com defeitos espermáticos maiores e totais. Resultados semelhantes foram mencionados na maioria dos trabalhos (Guimarães, 1993; Ferreira et al., 2006).

Com exceção das biotecnologias e monta natural, todas as demais características avaliadas apresentaram correlação negativa com os defeitos espermáticos maiores e totais, destacando-se a observada entre a motilidade e o vigor espermático com os referidos defeitos espermáticos, que foi de alta magnitude. Isto se explica porque, à medida que os defeitos espermáticos diminuem, ocorre a melhoria da qualidade seminal e, conseqüentemente, dos aspectos físicos. Resultados semelhantes foram observados por Freneau et al. (2006).

O peso corporal e a idade à puberdade apresentaram correlações negativas com defeitos espermáticos maiores e totais, sendo semelhantes às citadas por diversos autores (Garcia et al., 1987; Freneau, 1991; Guimarães, 1993).

As correlações apresentadas entre peso corporal e PE com as características físicas e morfológicas do sêmen, independentemente da biotecnologia utilizada na produção dos animais, respaldam a adoção do peso corporal e do PE como critérios de seleção para precocidade sexual, mesmo em detrimento aos valores altos e positivos observados para correlação desses parâmetros com idade à puberdade, no presente estudo.

Tabela 4 - Correlações Simples de Pearson da idade à puberdade, peso corporal, biometria testicular e aspectos físicos e morfológicos do sêmen de touros da raça Gir, púberes, obtidos por diferentes biotecnologias da reprodução e monta natural

VARIÁVEL	IDPUB	BIOTMN	PESO	PE	CTE	LTE	CTD	LTD	MOT	VIG	CONC	DM	Dmen	DTOTAL
<b>IDPUB</b>	1	NS	0,63	0,45	NS	0,50	0,31	0,53	NS	0,30	NS	-0,49	NS	-0,42
<b>BIOTMN</b>		1	NS	NS	-0,30	-0,34	-0,28	-0,27	NS	NS	NS	NS	NS	NS
<b>PESO</b>			1	0,78	0,58	0,73	0,62	0,69	0,38	NS	NS	-0,46	NS	-0,40
<b>PE</b>				1	0,78	0,91	0,79	0,90	NS	NS	NS	-0,39	NS	-0,33
<b>CTE</b>					1	0,74	0,96	0,73	NS	NS	NS	-0,44	NS	-0,42
<b>LTE</b>						1	0,75	0,95	NS	NS	NS	-0,40	NS	-0,33
<b>CTD</b>							1	0,79	NS	NS	0,34	-0,47	NS	-0,46
<b>LTD</b>								1	NS	NS	0,35	-0,42	NS	-0,36
<b>MOT</b>									1	0,69	0,38	-0,58	NS	-0,56
<b>VIG</b>										1	0,35	-0,61	NS	-0,60
<b>CONC</b>											1	-0,38	-0,27	-0,42
<b>DM</b>												1	0,42	0,98
<b>DMEN</b>													1	0,59
<b>DTOTAL</b>														1

\*NS = não significativo,  $p > 0,05$ ; IDPUB= idade à puberdade; BIOTMN= Biotecnologia empregada e monta natural; PESO= peso dos animais (Kg); PE= perímetro escrotal (cm); CTE= comprimento testículo esquerdo (cm); LTE= largura testículo esquerdo (cm); CTD= comprimento testículo direito (cm); LTD= largura testículo direito (cm); MOT= motilidade espermática progressiva retilínea (%); VIG= vigor espermático (0-5); CONC= concentração espermática ( $\times 10^6$  espermatozoides/ejaculado); DM= % de defeitos maiores; Dmen= % de defeitos menores; DTOTAL= % de defeitos totais.

#### **4.2. Biometria testicular e características seminais de animais da raça Gir, de 0 a 24 meses de idade**

As médias de peso corporal e biometria testicular, por idade, dos animais de 0 a 24 meses avaliados durante o período experimental, encontram-se na Tabela 5.

Foi observado, com o aumento da idade, o crescimento corporal e testicular constante dos animais, característico dessa fase em bovinos.

O PE apresentou comportamento quadrático em função da idade. Este resultado encontra-se em discordância de relatos encontrados na literatura, nos quais os autores mencionam relação linear (Lunstra et al., 1978; Makarechian et al., 1985) ou cúbica (Pimentel et al., 1984; Freneau, 1991; Guimarães, 1993) de tais características.

No presente trabalho, o peso corporal apresentou comportamento cúbico. Este comportamento também foi observado por Guimarães (1993), que relatou em animais da raça Gir, dos 7 aos 24 meses de idade, um ganho de peso diário de 0,45 kg/dia, e diminuição deste ganho diário (0,32 kg/dia) na fase puberal, resultando em comportamento cúbico do peso corporal.

O conhecimento do desenvolvimento do PE e de ganho de peso dos animais de um rebanho é bastante vantajoso, pois facilita a seleção de animais precoces dentro de um grupo de contemporâneos. Tais condutas são respaldadas pelos estudos de vários autores, que verificaram correlações negativas e significativas entre o PE e a idade à puberdade (Smith et al., 1989).

Tabela 5 - Médias e desvios-padrão de peso corporal e biometria testicular de tourinhos da raça Gir, criados em manejo semi-extensivo, de acordo com a idade

<b>IDADE</b> <b>(meses)</b>	<b>PESO (Kg)</b>	<b>PE(cm)</b>	<b>CTE(cm)</b>	<b>LTE(cm)</b>	<b>CTD(cm)</b>	<b>LTD(cm)</b>
0	33,9±3,9	9,1±0,9	-	-	-	--
1	39,5±7,1	9,7±0,9	-	-	-	-
2	54,8±11,1	10,7±1,2	3,8±0,5	1,8±0,2	3,8±0,5	1,8±0,2
3	77,2±17,4	12,0±1,3	4,0±0,4	1,8±0,1	3,9±0,4	1,8±0,2
4	97,7±20,0	12,6±1,5	4,3±0,5	2,1±0,3	4,4±0,5	2,1±0,3
5	120,7±24,5	13,6±1,4	4,8±0,4	2,3±0,3	4,7±0,5	2,3±0,3
6	136,4±26,1	14,5±1,7	5,0±0,6	2,4±0,4	5,0±0,7	2,5±0,4
7	150,2±27,0	15,2±1,5	5,2±0,6	2,6±0,4	5,2±0,6	2,6±0,4
8	163,7±26,3	15,5±1,5	5,5±0,6	2,7±0,4	5,5±0,5	2,7±0,4
9	183,2±34,5	16,7±1,5	5,7±0,7	2,8±0,4	5,6±0,7	2,8±0,4
10	186,9±29,1	16,9±1,4	5,8±0,7	2,8±0,3	5,7±0,8	2,9±0,3
11	209,1±41,8	17,6±1,5	6,1±0,7	3,1±0,4	6,1±0,7	3,1±0,4
12	211,0±40,2	18,7±1,7	6,7±0,8	3,4±0,4	6,8±0,7	3,5±0,5
13	195,7±29,6	19,0±2,1	6,8±0,8	3,4±0,5	6,8±0,9	3,4±0,5
14	214,6±34,9	21,2±3,0	7,5±0,8	3,9±0,6	7,4±0,9	3,9±0,6
15	217,2±25,5	22,1±3,3	7,7±1,2	3,9±0,7	7,7±1,2	4,0±0,7
16	225,1±29,6	23,1±3,9	7,8±1,3	4,2±0,9	7,8±1,3	4,4±0,9
17	231,6±38,1	22,9±4,5	8,0±1,6	4,2±0,9	7,9±1,4	4,3±0,9
18	240,3±39,0	25,1±3,0	8,9±1,3	4,8±0,6	8,9±1,3	4,9±0,6
19	236,7±29,4	24,7±2,5	8,4±0,9	4,6±0,6	8,3±1,0	4,6±0,6
20	252,7±24,6	26,4±2,1	9,1±0,8	5,0±0,4	8,7±1,4	5,0±0,7
21	275,6±23,4	28,3±2,5	9,8±1,1	5,5±0,6	10,3±0,8	5,7±0,6
22	272,0±19,0	28,7±2,4	9,6±0,7	5,7±0,7	9,7±0,6	5,6±0,7
23	315,0±0,0	28,5±0,0	7,7±0,0	5,4±0,0	7,9±0,0	5,2±0,0
24	373,0±0,0	32,3±0,0	10,7±0,0	6,0±0,0	10,8±0,0	6,5±0,0

PESO = peso; PE = perímetro escrotal; CTE = comprimento do testículo esquerdo; LTE = largura do testículo esquerdo; CTD = comprimento do testículo direito; LTD = largura do testículo direito

#### **4.2.1. Aspectos físicos e morfológicos do sêmen**

Os valores médios referentes aos aspectos físicos e morfológicos do sêmen estão sumariados na Tabela 6. Foi observada uma tendência de melhoria do vigor e da motilidade espermática com o avançar da idade dos animais. A concentração espermática, por sua vez, não apresentou este padrão de comportamento, observando-se valores bastante variados entre as diferentes idades dos animais. Os elevados desvios-padrão demonstram a heterogeneidade dos animais em relação à precocidade sexual, o que é um achado característico da fase puberal (Almquist & Amann, 1962; Amann & Walker, 1983).

Em relação aos defeitos espermáticos maiores e totais, foram constatadas reduções contínuas dos valores ao longo das observações, demonstrando aumento da qualidade seminal com o avançar da idade dos animais, apesar dos valores apresentados aos 24 meses ainda estarem elevados. Esta é uma tendência própria de touros em fase de desenvolvimento puberal, tanto para raças taurinas como para zebuínas (Wolf et al., 1965; Lunstra et al., 1978; Brito et al., 2004), pois após a fase puberal, ocorre marcada mudança quantitativa e qualitativa da produção espermática, no sentido de alcançar um platô, no qual o potencial reprodutivo de um touro é otimizado. Observam-se neste período, o aumento do volume seminal, da motilidade espermática progressiva, do vigor, da concentração espermática total e o decréscimo das patologias espermáticas (Freneau, 1991; Guimarães, 1993; Evans et al., 1995). O segundo autor anteriormente citado (Guimarães, 1993) denominou esta fase de amadurecimento entre a puberdade e a maturidade sexual de adolescência.

Tabela 6 - Médias e desvios padrão dos aspectos físicos e morfológicos do sêmen de touros da raça Gir, manejados em regime semi-extensivo, de acordo com a idade dos animais

<b>IDADE</b>	<b>MOT</b>	<b>VIG</b>	<b>CONC</b>	<b>DM</b>	<b>Dmen</b>	<b>DTOTAL</b>
12	30,0±0,0	3,0±0,0	40,0±0,0	95,5±0,0	16,00±0,0	111,5±0,0
13	10,0±0,0	1,0±0,0	10,0±0,0	96,5±0,0	20,00±0,0	116,5±0,0
14	26,9±23,4	2,0±1,0	129,8±191,7	93,6±23,8	13,36±7,1	107,0±27,9
15	32,5±20,6	1,9±0,6	147,2±230,9	86,2±19,0	17,37±9,9	103,6±24,2
16	45,0±26,9	2,2±0,8	231,5±327,4	86,4±35,3	16,10±10,6	102,5±44,7
17	42,0±20,8	2,5±0,3	134,5±121,6	80,2±23,7	9,70±4,3	89,9±21,5
18	43,0±31,9	2,4±0,8	457,2±533,9	70,9±39,9	18,50±7,7	89,4±45,9
19	34,0±22,7	2,3±1,0	406,0±515,8	68,8±24,5	14,75±8,7	83,6±26,9
20	45,0±27,8	2,4±0,8	317,1±222,8	65,1±36,1	13,07±5,7	78,1±37,1
21	49,2±30,9	2,6±0,7	1498,7±1819,5	59,5±39,2	6,75±3,3	66,2±39,6
22	66,7±11,5	3,2±0,3	995,0±1096,0	41,3±23,3	9,17±5,9	50,5±29,3
23	85,0±0,0	3,0±0,0	370,0±0,0	32,0±0,0	5,50±0,0	37,5±0,0
24	60,0±0,0	3,0±0,0	500,0±0,0	10,0±0,0	6,00±0,0	16,0±0,0

MOT= motilidade espermática progressiva retilínea (%); VIG= vigor espermático (0-5); CONC= concentração espermática ( $\times 10^6$  espermatozoides/ejaculado); DM= % de defeitos maiores; Dmen= % de defeitos menores; DTOTAL= % de defeitos totais.

#### **4.2.2. Correlações entre peso corporal, biometria testicular e aspectos físicos e morfológicos do sêmen**

As correlações entre as características avaliadas estão sumariadas na Tabela 7. A correlação verificada entre o PE e o peso corporal ( $r = 0,88$ ) foi alta. Este valor é inferior aos relatados por Lunstra et al. (1978), Pimentel et al. (1984) e Freneau (1991), porém, apenas um pouco superior ao valor ( $r = 0,74$ ) verificado por Moura et al. (2007). Resultados discordantes foram citados por Barbosa (1987), que não verificou correlação entre estas características, e por Lunstra et al. (1978), que apesar de encontrarem correlações das características em questão, alegaram que o peso corporal de animais jovens não é uma característica adequada para seleção, pois os mais pesados não correspondem, necessariamente, aos que possuem os maiores testículos, tratando-se, então, de características independentes. No presente estudo, a maior frequência de animais púberes ocorreu entre os animais mais pesados.

Portanto, o presente estudo corrobora os estudos realizados por Pimentel et al. (1984) e Freneau (1991), que preconizam o uso do peso corporal como importante característica indicativa do estágio de maturação reprodutiva de touros jovens.

O PE foi positivamente correlacionado com os aspectos físicos dos ejaculados (motilidade espermática progressiva, vigor e concentração espermática) e negativamente com os defeitos maiores e totais. Os valores destas correlações, embora significativos, são inferiores aos mencionados por Freneau (1991) e Guimarães (1993). Isto pode ser atribuído ao fato dos animais terem sido estudados somente até a apresentação do primeiro ejaculado que revelou a puberdade (motilidade mínima de 10% e concentração espermática mínima de  $50 \times 10^6$  espermatozóides), pois, nessa ocasião, ainda não é observada tendência de estabilização de várias características, entre as quais o PE, de forma que se acredita que um acompanhamento mais prolongado levaria a correlações semelhantes às mencionadas pelos autores. Tanto em ambientes tropicais como em temperados, os animais taurinos e zebuínos manifestam estas correlações, que são características de animais em fase de crescimento, quando então decrescem ou tornam-se nulas (Lunstra et al., 1978; Rekwot et al., 1988; Freneau, 1991). Vale ressaltar que tais correlações não são importantes para animais adultos, sobre os quais outros fatores passam a interferir, sendo encontrados baixos valores para as mesmas correlações (Neville et al., 1988). Para Hahn et al. (1969), esta correlação é importante até a idade de seis anos, e para Salisbury et al. (1978), até três anos de idade.

Tabela 7 - Correlações Simples de Pearson do peso corporal, biometria testicular e aspectos físicos e morfológicos do sêmen de touros da raça Gir, de 0 a 24 meses de idade, criados em sistema semi-extensivo

VARIÁVEL	PESO	PE	CTE	LTE	CTD	LTD	MOT	VIG	CONC	DM	Dmen	DTOTAL
<b>PESO</b>	1	0,88	0,79	0,80	0,79	0,79	0,42	0,25	0,39	-0,53	-0,26	-0,53
<b>PE</b>		1	0,91	0,94	0,91	0,94	0,39	0,25	0,26	-0,49	-0,29	-0,50
<b>CTE</b>			1	0,90	0,98	0,90	0,25	NS	0,29	-0,51	-0,33	-0,52
<b>LTE</b>				1	0,90	0,98	0,39	0,27	0,36	-0,49	NS	-0,48
<b>CTD</b>					1	0,91	0,31	0,23	0,44	-0,53	-0,35	-0,54
<b>LTD</b>						1	0,36	0,27	0,46	-0,49	-0,21	-0,49
<b>MOT</b>							1	0,75	0,49	-0,72	-0,40	-0,73
<b>VIG</b>								1	0,40	-0,64	-0,34	-0,64
<b>CONC</b>									1	-0,52	-0,29	-0,52
<b>DM</b>										1	0,42	0,98
<b>Dmen</b>											1	0,59
<b>DTOTAL</b>												1

\*NS = não significativo,  $p > 0,05$ ; PESO= peso dos animais (Kg); PE= perímetro escrotal (cm); CTE= comprimento testículo esquerdo (cm); LTE= largura testículo esquerdo (cm); CTD= comprimento testículo direito (cm); LTD= largura testículo direito (cm); MOT= motilidade espermática progressiva retilínea (%); VIG= vigor espermático (0-5); CONC= concentração espermática ( $\times 10^6$  espermatozoides/ejaculado); DM= % de defeitos maiores; Dmen= % de defeitos menores; DTOTAL= % de defeitos totais.

A correlação entre motilidade e vigor espermático foi alta ( $r = 0,75$ ), corroborando com os estudos Vale Filho (1997), Salvador (2001) e Dias (2004).

Observaram-se coeficientes de correlação elevados e negativos entre as características de aspectos físicos e morfológicos dos ejaculados, destacando-se a verificada entre motilidade espermática progressiva e defeitos maiores ( $r = -0,72$ ) e totais ( $r = -0,73$ ). Este aspecto caracteriza a evolução dos ejaculados nesta fase de desenvolvimento, que culminará com a maturidade sexual. Estes dados são semelhantes aos observados em raças taurinas (Lunstra et al., 1978), porém, foram maiores que os observados por Folhadella et al. (2006), em tourinhos da raça Gir.

## 5. CONCLUSÃO

As biotecnologias Fertilização *in vitro* (FIV) e Inseminação Artificial (IA) não interferem na idade à puberdade, peso corporal, parâmetros biométricos testiculares e seminais de tourinhos da raça Gir.

Os animais avaliados atingiram a puberdade aos  $19,0 \pm 2,8$  meses, podendo ser classificados como sexualmente tardios. Porém, é possível a realização de seleção para precocidade sexual no rebanho, visto que ocorre grande amplitude na idade de manifestação da puberdade.

O perímetro escrotal pode ser usado como importante ferramenta em programas de seleção de animais sexualmente precoces, pois apresenta elevada correlação com peso corporal, idade à puberdade e características morfológicas seminais em bovinos jovens.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL-RAOUF, M. The postnatal development of reproductive organs in bulls with special reference to puberty (including growth of the hypophysis and adrenals). **Acta Endocrinol.**, v.49, p.11-109, 1960.
- ALMQUIST, J.O.; AMANN, R.P. Effect of a high ejaculation frequency on sperm characteristics of Holstein bulls from puberty to two years of age. **J. Dairy Sci.**, v.45, n.5, p.688-689, 1962.
- AMANN, R.P. Endocrine changes associated with onset of spermatogenesis in Holstein bulls. **J. Anim. Sci.**, v.66, p.2606-2622, 1983.
- AMANN, R.P.; WALKER, O.A. Changes in the pituitary-gonadal axis associated with puberty in Holstein bulls. **J. Animal Sci.**, v.57, n.2, p.433-442, 1983.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL (ASBIA). **Manual de Inseminação Artificial**. São Paulo, 42p., 2003.
- BAKER, F.N.; VAN DEMARK, N.L.; SALISBURY, G.W. Growth of Holstein bulls and its relation to sperm production. **J. Anim. Sci.**, v.14, p.746-752, 1955.
- BARBOSA, R.T. **Comportamento sexual, biometria testicular, aspectos do sêmen e níveis plasmáticos de testosterona em touros Canchim e Nelore**. Belo Horizonte, MG: UFMG, 1987. 135p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1987.
- BERGMANN, J.A.G. Seleção de zebuínos para precocidade sexual. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1, 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa, 1999, p.51-64. 1999
- BERGMANN, J.A.G.; ZAMBORLINI, L.C.; PROCÓPIO, C.S.O. et al. Estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.48, p.69-78, 1996.
- BLOMM, E. The ultrastructure of some characteristic sperm defects and a proposal for a new classification of bulls spermogram. **Nord. Vet. Med.**, v.25, n.7-8, p.383-391, 1973.

- BOURDON, R.M., BRINKS, J.S. Scrotal circumference in yearling Hereford bulls: adjustment factors, heritabilities and genetic, environmental and phenotypic relationships with growth traits. **J. Anim. Sci.**, v.62, p.958-967, 1986.
- BRITO, L.F.C.; SILVA, A.E.D.F.; UNANIAN, M.M. et al. Sexual development in early- and late maturing *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred bulls in Brazil. **Theriogenology**, v.62, p.1198–1217, 2004.
- BROWNING Jr, R.; WARRINGTON, B.G.; HOLLOWAY, J.W., et al. Testicular size at weaning in tropically-adapted beef bulls as influenced by breed of sire and dam. **Theriog.**, v.48, p.257-265, 1997.
- BRUSCHI, J.H. **Estabelecimento da função reprodutiva em tourinhos mestiços europeu x zebu.** Viçosa, UFV: MG, 1991. 125p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- CARDOSO, F.M. **Desenvolvimento dos órgãos genitais masculinos de zebus (*Bos indicus*) da raça Nelore do período fetal aos 36 meses de idade.** Belo Horizonte, MG: UFMG, 1977. 113p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1977.
- CORRÊA, A.B.; VALE FILHO, V.R.; CORRÊA, G.S.S. et al. Características do sêmen e maturidade sexual de touros jovens da raça Tabapuã (*Bos taurus indicus*) em diferentes manejos alimentares. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.58, n.5, p.823-830, 2006.
- CURTIS, S.K.; AMANN, R.P. Testicular development and establishment of spermatogenesis in Holstein bulls. **J. Anim. Sci.**, v.53, n.6, p.1645-1657, 1981.
- 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.** 2004. 54f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.
- DODE, M.A.N.; SCHENK, J.A.P.; SILVA, A.E.D.F. Determinação da puberdade em machos Nelore e mestiços. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.1, p.185, 1989.
- ELER, J.P.; SILVA, J.A.; FERRAZ, J.B.S.; DIAS, F.; OLIVEIRA, H.N.; EVANS, J.L.; GOLDEN, B.L. Genetic evaluation of probability of pregnancy at 14 months for Nelore heifers. **J. Anim. Sci.**, v. 80, n.4, p.951-954, 2002.

- ELER, J.P.; SILVA, J.A.; EVANS, J.L.; FERRAZ, J.B.S.; DIAS, F.; GOLDEN, B.L. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nellore cattle. **J. Anim. Sci.**, v. 82, n.9, p.2519-2527, 2004.
- EVANS, A.C.O.; DAVIES, F.J.; NASSER, L.F., et al. Differences in early patterns of gonadotrophin secretion between early and late maturing bulls, and changes in semen characteristics at puberty. **Theriog.**, v.43, p.569-578, 1995.
- EVANS, A.C.O.; PIERSON, R.A.; GARCIA, A., et al. Changes in circulating hormone concentrations, testes histology and testes ultrasonography during sexual maturation in beef bulls. **Theriog.**, v.46, p.345-357, 1996.
- FARIN, P.W.; PIEDRAHITA, J.A.; FARIN, C.E. Errors in development of fetuses and placentas from in vitro-produced bovine embryos. *Theriogenology*, v.65, p. 178–191, 2006.
- FERRAZ, J.B.S.; ELER, J.P. Seleção de *Bos indicus* para precocidade sexual. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.31, n.2, p.167-171, 2007.
- FERREIRA, M.B.D. et al. Pearson's Correlations among andrological and zootechnical parameters in dairy Gyr breed (*Bos taurus indicus*). **Animal Reproduction**, v.3, n.2, p.260, 2006.
- FLIPSE, R.J.; ALMQUIST, J.D. Effect on TDN intake from birth to four years of age on growth, reproductive development and performance of dairy bulls. **J. Dairy Sci.**, v.44, p.905-914, 1961.
- FOLHADELLA, I.M., SÁ, W.F., FERREIRA, A.M., et al. Características andrológicas de touros da raça Gir. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.58, n.5, p.809-815, 2006.
- FONSECA, V.O.; VALE FILHO, V.R.; MIES FILHO, A. et al. **Procedimento para exame andrológico e avaliação do sêmen animal.**, 1990.
- FOOTE, R.H. Physiological aspects of artificial insemination. In: FOOTE, H.H., COPPS, P. (Eds.). **Reproduction in domestic animals**. 2<sup>a</sup> ed., New York: Academic Press, 1969. p.313-353.
- FORDYCE, G.; FITZPATRICK, L.A.; COOPER, N.J. et al. Bull selection and use in Northern Australia 5. Social behaviour and management. **Anim. Reprod. Sci.**, v.71, p.81-99, 2002.

- FRENEAU, G.E. **Desenvolvimento reprodutivo de tourinhos Holandeses e mestiços Holandês-Gir desde os seis aos 21 meses de idade (Puberdade e pós-puberdade)**. Belo Horizonte, MG: UFMG, 1991. 194p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1991.
- FRENEAU, G.E.; VALE FILHO, V.R.; MARQUES JR., A.P.; MARIA, W.S. Puberdade em touros Nelore criados em pasto no Brasil: características corporais, testiculares e seminais e de índice de capacidade andrológica por pontos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.58, n.6, p. 1107-1115, 2006.
- GALINA, C.S., ARTHUR, G.H. Review for cattle reproduction in the tropics. Part.6, The male. **Anim. Breed. Abst.**, v.59, p.403-412, 1991.
- GALOWAY, D.B. Factors affecting fertility in bulls. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.1, p.27-46, 1989 (supl).
- GARCIA DERAGON, L.A.; LEDIC, I.L. Avaliação da circunferência escrotal em touros Nelore. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.14, n.4, p.227-233, 1990.
- GARCIA, J.M.; PINHEIRO, L.E.L.; OKUDA, H.T. Body development and semen physical and morphological characteristics of young Guzera bulls. **Ars. Vet.**, v.3, n.1, p.47-53, 1987.
- GAUTHIER, D. & BARBIGIER, P. The influence of nutritional levels and shade structure on testicular growth and hourly variation of plasma LH and testosterone levels in young Criole bulls in tropical 35orphology35. **Reprod. Nutrit. Develop.**, v.22, n.5, p.793-801, 1982.
- GODINHO, H.P. Puberdade em bovinos Gir estimada pela análise do sêmen. **Arq. Esc. Vet.** UFMG, v.22, p.165-169, 1970.
- GUIMARÃES, J.D. **Puberdade e maturidade sexual em touros da raça Gir criados em condições semi-extensivas**. Belo Horizonte, MG: UFMG, 1993. 85p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1993.
- HAHN, J.; FOOTE, R.H.; SEIDEL, G.E. Testicular growth and related sperm output in dairy bulls. **J. Anim. Sci.**, v.29, n.1, p.41-47, 1969.

- HANCOCH, J.L. The morphology of boar spermatozoa. **J. Roy. Microsc. Sco.**, v.76, p.84-97, 1957.
- HUHTANIEMI, I.; TOPPARI, J. Hormonal regulation of the testis. In: MARTÍNEZ-GARCÍA, F., REGADERA, J. (Eds.). **Male reproduction**. Spain: Churchill Communications Europe España, 1998. P. 67-80.
- IGBOELI, G.; RAKHA, A.M. Puberty and related phenomena in Angoni (Short Horn Zebu) bulls. **J. Anim. Sci.**, v.33, n.3, p.647-650, 1971.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Agropecuário 2006.  
In: [http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro\\_2006.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf)
- KASTELIC, J.P.; FELICIANO SILVA, A.E.D.; UNANIAN, M.M. et al. O uso da ultrassonografia testicular em machos Nelore. In: SIMPÓSIO: O NELORE DO SÉCULO XXI, 4, 1997. Uberaba. **Anais...** Uberaba, 1997, p. 58-62.
- KILLIAN, G.J.; AMANN, R.P. Reproductive capacity in beef bulls. IX. Changes in reproductive organ weights and semen characteristics of Holstein bulls during the first thirty weeks after puberty. **J. Dairy Sci.**, v.55, n.11, p.1631-1635, 1972.
- KNIGHTS, S.A.; BAKER, R.L.; GIANOLA, D. et al. Estimates of heritabilitys and of genetic and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus bulls. **J. Anim. Sci.**, v.58, n.4, p.887-893, 1984.
- KRIESE, L.A.; BERTRAND, J.K.; BENYSHEK, L.L. Age adjustment factors, heritabilities and genetic correlations for scrotal circumference and related growth traits in Hereford and Brangus bulls. **J. Anim. Sci.**, v.69, p.478-489, 1991.
- LIMA, F.P.C. **Puberdade em tourinhos da raça Nelore avaliada pelo perímetro escrotal, características seminais e endócrinas**. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2009. 65p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.
- LIMA, F.P.C.; MARQUES JR.; A.P., BERGMANN, J.A.G. Caracterização andrológica e zootécnica de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) à puberdade. In: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 17, 2007, Curitiba, PR. **Anais...**Belo Horizonte, MG, 2007.

- LUNSTRA, D.D.; ECHTERNKAMP, S.E. Puberty in beef bulls: acrosome morphology and semen quality in bulls of different breeds. **J. Anim. Sci.**, v.55, n.3, p.638-648, 1982.
- LUNSTRA, D.D.; FORD, J.J.; ECHTERNKAMP, S.E. Puberty in beef bulls: hormone concentrations, growth, testicular development sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. **J. Anim. Sci.**, v.46, n.4, p.1054-1062, 1978.
- MAKARECHIAN, M.; FARID, A.; BERG, R.T. Scrotal circumference, semen characteristics, growth parameters and their relationships in young beef bulls. **Can. J. Anim. Sci.**, v.65, p.789-798, 1985.
- COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL (CBRA). **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 2.ed. Belo Horizonte, 1998, 48p.
- MARTIN, L.C.; BRINKS, J.S.; BOURDON, R.M. et al. 1992. Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. **J. Anim. Sci.**, v.70, p.4006-4017, 1992.
- MARTINEZ, M.L.; VERNEQUE, R.S.; TEODORO, R.L., et al. Correlações entre características da qualidade do sêmen e a circunferência escrotal de reprodutores da raça Gir. **Rev. Bras. Zootec.**, vol. 29, n.3, p.700-706, 2000.
- MIES FILHO, A.; PUGA, J.M.P.; JOBIM, M.I.M. et al. Biometria testicular em bovinos. I. Relação entre idade e medidas testiculares. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.4, n. 3-4, p.56-65, 1981.
- MOSER, D.W., BERTRAND, J.K., BENYSHEK, L.L. et al. 1996. Effects of selection for scrotal circumference in Limousin bulls on reproductive and growth traits of progeny. **J. Anim. Sci.**, v. 74, p. 2052-2057, 1996.
- MOURA, M.R.; LIMA, F.P.C.; MARQUES JR., A.P.; BERGMANN, J.A.G. Correlações de Pearson para parâmetros andrológicos e zootécnicos em touros Nelore elite. *In*: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 17, Curitiba – PR. **Anais...**Belo Horizonte, MG. CBRA, 2007.
- NEVILLE, W.E.; WILLIAMS, D.J.; RICHARDSON, K.L.; UTLEY, P.R. Relationship of breeding soundness evaluation score and its components with reproductive performance of beef bulls. **Theriog.**, v.30, p.429-439, 1988.

- NOGUEIRA, G.P. Puberty in South American *Bos indicus* (Zebu) Cattle. **Anim. Reprod. Sci.**, v.82-83, p.361-372, 2004.
- OYEDIPE, E.O.; KUMI-DIAKA, J.; OSORI, D.I.K. Determination of onset of puberty in zebu bulls under tropical conditions of Northern Nigeria. **Theriog.**, v.16, n.4, p.418-431, 1981.
- PEREIRA JCC. Melhoramento genético aplicado à produção animal. 4ed. Belo Horizonte: **FEP-MVZ**, 2004.
- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.6, p.1676-1683, 2000.
- PIMENTEL, C.A.; FERREIRA, J.M.M.; MORAES, J.C.F., et al. Desenvolvimento testicular e corporal em touros de corte. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.8, n.1, p.27-33, 1984.
- QUIRINO, C.R. et. al. Estimativa de parâmetros genéticos para características físicas do sêmen e perímetro escrotal em touros Nelore. In: ENC. PESQ. ESC. VET. UFMG, 16, 1998, Belo Horizonte. **Anais ...** Belo Horizonte: FEP-MVZ, v.1, p.34, 1998.
- QUIRINO, C.R. **Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares, características seminais e libido em touros Nelore.** 78p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, 1999.
- RAO, A.V.N. Reproductive efficiency of exotic and crossbred A.I. bulls in Andhra Pradesh. **Ind. Vet. J.**, v.61, p.431-433, 1984.
- REKWOT, P.I.; OYEDIPE, E.O.; AKEREJOLA, O.O., et al. The effect of protein intake on body weight, scrotal circumference and semen production of Bunaji bulls and their Friesian crosses in Nigeria. **Anim. Reprod. Sci.**, v.16, n.1, p.1-9, 1988.
- SAEG - **SISTEMA DE ANÁLISES ESTATÍSTICAS E GENÉTICAS.** Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa, MG. Versão 9.1, 2007.
- SALISBURY, G.W.; VANDEMARK, N.L.; LODGE, J.R. **Fisiologia de la reproducción e inseminación artificial de los bovidos.** 2.ed. Zaragoza: Acribia, 1978. 831p.

- SALLES, P.A. **Aspectos genéticos e fisiológicos da eficiência reprodutiva dos machos bovinos.** (Exame de Qualificação). Faculdade de Medicina Veterinária de Ribeirão Preto – USP. 57p. 1995.
- SALVADOR, D. F. **Perfis andrológicos, de comportamento sexual e desempenho reprodutivo de touros Nelore desafiados com fêmeas em estro sincronizado.** 2001. 53 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, 2001.
- SCHANBACHER, B.D. Relation of in vitro gonadotropin binding to bovine testes and the onset of spermatogenesis. **J. Anim. Sci.**, v.48, n.3, p.591-597, 1979.
- SILVA, A.E.F. A identificação da puberdade através do sêmen em gado Nelore. In: SIMPÓSIO: O NELORE DO SÉCULO XXI. **Anais...** Uberaba, 1997, p. 63-71.
- SILVA, A.R., FERRAUDO, A.S., PERECIN, D., LIMA, V.F.M.H. Abordagem multivariada envolvendo características físicas e morfológicas do sêmen bovino, idade dos touros e época de colheita de sêmen. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.7, p.1223-1228, 2009.
- SMITH, B.A.; BRINKS, J.S.; RICHARDSON, G.V. Relationships of sire scrotal circumference to offspring reproduction and growth. **J. Anim. Sci.**, v.11, p.2881-2885, 1989.
- TROCÓNIZ, J.F.; BELTRÁN, J.; BASTIDAS, H. et al. Testicular development, body weight changes, puberty and sêmen traits of growing Guzerat and Nelore bulls. **Theriogenology**, v.35, p.815-826, 1991.
- UNANIAN, M.M. A procura de marcadores de precocidade em gado Nelore. In: SIMPÓSIO: O NELORE DO SÉCULO XXI, 4, 1997. Uberaba. **Anais...** Uberaba, 1997, p. 51-57.
- VALE FILHO, V.R.; REIS, S.R.; PEREIRA, J.C.C., et al. Maturação sexual em touros Nelore com 24 meses de idade. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.23, n.1, p.202, 1989.
- VALE FILHO, V.R.; BERGMANN, J.A.G.; ANDRADE, V.J.; QUIRINO, C.R.; REIS, S.R.; MENDONÇA, R.M.A. Caracterização andrológica de touros Nelore, selecionados para primeira estação de monta. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.21, p.42-45, 1997.

- VALE FILHO, V.R. et al. Perfil andrológico de touros da raça Tabapuã (*Bos taurus indicus*) de um a dois anos de idade, criados exclusivamente nos estados de Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo, Brasil. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 14, 2001, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte – MG. CBRA, 2001.
- VALE FILHO, V.R.; ANDRADE, V.J.; FERREIRA, M.B.D.; AZEVEDO, N.A. Aspectos andrológicos de touros da raça Gir. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.29, n. 243, p. 125-131, mar./abr. 2008.
- VALENTIM, R.; ARRUDA, R.P.; BARNABE, R.C. et al. Biometria testicular de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) e touros cruzados Nelore-europeu (*Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus*) aos 20 e 24 meses de idade. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, v.39, p.113-120, 2002.
- VAN DEMARK, N.L.; MAUGER, R.E. Effect of energy intake on reproductive performance of dairy bulls. I. Growth, reproductive organs and puberty. **J. Dairy Sci.**, v.47, n.8, p.798-802, 1964.
- 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.
- WOLF, F.R.; ALMQUIST, J.O.; HALE, E.B. Pre-puberal behaviour and puberal characteristics of beef bulls on high nutrient allowance. **J. Anim. Sci.**, v.24, p.761-765, 1965.