

RELAÇÃO ENTRE CIRCUNFERÊNCIA ESCROTAL DE TOUROS NELORE E TAXA DE PREENHEZ DE VACAS EM MONTA NATURAL¹

D. R. OLIVEIRA JUNIOR², E. A. R. DIAS², S. P. CAMPANHOLI^{3*}, F. M. MONTEIRO², C. C. P. PAZ², M. E. Z. MERCADANTE²

¹Recebido para publicação em 14/09/2016. Aceito para publicação em 08/11/2016.

²Instituto de Zootecnia, Centro APTA Bovinos de Corte, Sertãozinho, SP, Brasil.

³Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, Brasil.

*Autor correspondente: supc@hotmail.com

RESUMO: A taxa de prenhez é de extrema importância para a eficiência produtiva de bovinos de corte, e a fertilidade dos touros pode influenciar na taxa de prenhez das matrizes em monta natural. O objetivo deste trabalho foi avaliar a relação entre as características do exame andrológico, especialmente a circunferência escrotal (CE), de touros da raça Nelore (*Bos indicus*), selecionados para reprodução com base em maior ganho de peso pós-desmama, com a taxa de prenhez de vacas Nelore em estação de monta natural de 90 dias de duração. Foram avaliados registros de 7171 entradas na monta de 1923 vacas submetidas a 216 touros em 368 lotes de estação de monta a campo (touro único), durante os anos de 1995 a 2014, e a CE dos touros. A CE foi pré-ajustada para idade do touro ($2,67 \pm 0,62$ anos) na entrada da estação de monta, em modelo de regressão linear, sendo posteriormente expressa em 3 classes: classe 1: $CE < 35$ cm; classe 2: $35 \geq CE < 37$ cm; classe 3: $CE \geq 37$. Mais da metade das observações de CE ficaram na classe 2, e 74,52% das exposições aos touros resultaram em prenhez, com mínimo de 0% e máximo de 100% de sucesso de prenhez nos 368 lotes de monta. Parte ($n=33$) dos 216 touros tinham registros de características obtidas em exame andrológico parcial [CE, volume, motilidade, vigor, concentração e morfologia espermática (defeitos maiores e menores)]. Verificou-se que a classe de valores intermediários de CE (classe 2: $35 \geq CE < 37$ cm) foi a de maior risco relativo para sucesso na prenhez. Na amostra dos 33 touros, a taxa de prenhez apresentou correlação moderada e positiva ($r = 0,66$) somente com a concentração espermática. A fraca relação entre as características do andrológico os touros e taxa de prenhez das vacas pode ser devido ao fato da amostra dos touros avaliados neste tipo de trabalho ser sempre viesada. Ou seja, só são considerados os touros que entraram em monta, que é uma pequena porcentagem dos machos nascidos e, portanto, a variação observada nesses não representa a variação em CE, nas características seminais, e possivelmente na aptidão reprodutiva, de todos os machos nascidos. Além disso, a taxa de prenhez é o resultado da expressão de muitos fatores que incidem distintamente nas vacas e nos touros, e que devem ter influência individual sutil neste resultado.

Palavras-chaves: *Bos indicus*, perímetro escrotal, prenhez, sêmen.

RELATIONSHIP BETWEEN SCROTAL CIRCUMFERENCE OF NELLORE BULLS AND COW PREGNANCY RATE IN NATURAL MATING

ABSTRACT: The pregnancy rate is extremely important for the productive efficiency of beef cattle and bull fertility can influence the pregnancy rate of cows in natural mating. The objective of this study was to evaluate the relationship of andrological traits, especially scrotal circumference (SC), of Nelore bulls (*Bos indicus*) selected for breeding based on greater postweaning weight gain with the pregnancy rate of naturally mated Nelore cows in a 90-day breeding season. Records of 7,171 entries into the breeding season of 1,923 cows exposed to 216 bulls in 368 mating batches in the field (single bull) from 1995 to 2014, as well as records of SC, were evaluated. Scrotal circumference was pre-adjusted for bull age (2.67 ± 0.62 years) at the start of the breeding season using a linear

regression model and was divided into three classes: class 1: $SC < 35$ cm; class 2: $35 \geq SC < 37$ cm; class 3: $SC \geq 37$. More than half the observations of SC were in class 2 and 74.52% of the exposures to bulls resulted in pregnancy, with a minimum rate of successful pregnancy of 0% and a maximum rate of 100% in the 368 mating batches. Thirty-three of the 216 bulls had records of andrological traits [SC, sperm volume, motility, vigor, concentration and morphology (major and minor defects)]. The class of intermediate SC values (class 2: $35 \geq SC < 37$ cm) was associated with a higher relative risk of pregnancy success. In the sample of the 33 bulls, pregnancy rate showed a moderate positive correlation ($r = 0.66$) only with sperm concentration. The weak association between andrological traits of bulls and pregnancy rate might be due to the fact that the sample of bulls evaluated in this type of study will be always biased. In other words, only bulls that enter the breeding season are considered, which correspond to a small percentage of all males born. Consequently, the variation observed in these bulls does not represent the variation in SC, seminal traits and, possibly, reproductive fitness of all bulls born. In addition, pregnancy rate is the result of the expression of many factors that affect cows and bulls differently and that are likely to have a subtle individual influence on this outcome.

Keywords: *Bos indicus*, scrotal circumference, pregnancy, semen.

INTRODUÇÃO

O potencial reprodutivo do touro pode ser caracterizado pela soma de diferentes fatores inerentes à reprodução, como: idade, puberdade, qualidade do sêmen, circunferência escrotal e libido, lembrando que estes devem estar aliados à condição física adequada, de forma a colocar em prática os processos que culminam com a monta (FONSECA *et al.*, 1991). O exame andrológico dos touros tem a finalidade de garantir qualidade seminal e eficiência reprodutiva do rebanho (FONSECA *et al.*, 1997).

Apesar da seleção para aumento da circunferência escrotal (CE) não trazer benefícios econômicos diretos, essa característica tem herdabilidade de moderada a alta (0,18 a 0,81) e correlação genética com ganho de peso e com características reprodutivas de machos e fêmeas, tornando-se um dos critérios de seleção mais utilizado para eficiência reprodutiva em gado de corte (SIQUEIRA *et al.*, 2013). A CE indica o potencial de produção espermática diária e apresenta correlação genética positiva com volume e consistência dos testículos e características físicas e morfológicas do sêmen, e correlações genéticas negativas com defeitos maiores, menores e totais, reforçando a importância dessa característica para a predição da fertilidade (SILVA *et al.*, 2013; MELLO *et al.*, 2014).

Em touros Nelore, diferentes estudos avaliaram a relação entre CE, parâmetros do exame andrológico, e taxa de prenhez. SANTOS *et al.* (2004) relataram não haver relação entre CE e defeitos totais, além de correlações baixas e negativas entre CE e turbilhonamento (-0,17), motilidade progressiva (-0,04), vigor (-0,12) e concentração espermática

(-0,17). Baixa correlação entre CE e características físicas e morfológicas do sêmen foram relatadas por OLIVEIRA *et al.* (2008). Já DIAS *et al.* (2008) relataram alta correlação fenotípica e genética entre CE e volume testicular e baixas correlações fenotípicas entre CE e motilidade, vigor e defeitos espermáticos. QUIRINO (1999) observou alta correlação genética entre CE e vigor, correlações negativas entre CE e defeitos espermáticos, e correlações favoráveis, porém moderadas, entre CE e volume do ejaculado e motilidade. Segundo observações de ADDAD *et al.* (2009) não há relação entre CE e as características físicas, morfológicas e de integridade espermática com o desempenho reprodutivo do rebanho. Em outros estudos que avaliaram a relação da classificação andrológica por pontos e a taxa de prenhez das vacas, foram relatadas relação negativa, ou relação nula entre essas características (COSTA e SILVA, 1994; LOPES *et al.*, 2009).

Diante da contradição dos resultados relatados na literatura, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a relação entre circunferência escrotal e outras características do exame andrológico de touros da raça Nelore (*Bos indicus*), selecionados para reprodução com base em maior ganho de peso pós-desmama, com taxa de prenhez de vacas em estação de monta natural de 90 dias de duração.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados ($n = 7171$) são referentes a 368 lotes de estação de monta a campo (touro único), nos anos de 1995 a 2014, de 216 touros e 1923 fêmeas, de três rebanhos da raça Nelore do Centro APTA Bovinos de Corte, Instituto de Zootecnia, Sertãozinho, SP,

Brasil. Os animais avaliados permaneceram sempre em pastagens de *Brachiaria* spp. ou *Panicum maximum*, com sal mineral e água, com exceção dos machos que, dos 7 aos 13 meses de idade, permaneceram em prova de ganho de peso em confinamento, com dietas equivalentes ao longo dos anos contendo 62% de nutrientes digestíveis totais e 13% de proteína bruta.

Após a prova de ganho de peso, de 7 a 10% dos machos foram selecionados como reprodutores, dentro de ano e rebanho, baseado no maior peso ao final da prova de ganho em peso (rebanhos Nelore Seleção e Nelore Tradicional) ou para peso ao final da prova de ganho em peso ao redor da média (rebanho Nelore Controle). Machos e fêmeas entraram em reprodução com dois anos de idade. Como estratégia para aumento do ganho genético e controlar a endogamia no rebanho, os touros foram usados por dois anos consecutivos (excepcionalmente por 3 anos) com número reduzido de fêmeas (até 20 fêmeas na primeira monta aos dois anos de idade e até 30 fêmeas aos três anos), e as fêmeas foram descartadas por problemas de saúde ou após duas falhas reprodutivas consecutivas (RAZOOK e MERCADANTE, 2007).

O estabelecimento dos lotes individuais de monta foi feito obedecendo à distribuição similar de idade da vaca em cada touro e evitando parentesco próximo. A estação de monta teve duração de 3 meses (15 de novembro a 15 de fevereiro). Na entrada da estação de monta, os machos foram pesados e a circunferência escrotal (CE) foi obtida com auxílio de uma fita métrica milimetrada, que foi posicionada na região de maior diâmetro do órgão, envolvendo as duas gônadas e a pele. As fêmeas também foram pesadas na entrada da estação de monta e avaliadas quanto à condição corporal (escore de 2 a 8; sendo 2=magra; 8=gorda). Idade, peso e CE médio dos machos na entrada da estação de monta foram $2,67 \pm 0,62$ anos, 642 ± 127 kg e $35,7 \pm 2,77$ cm (mínimo de 28 cm e máximo de 43 cm), e idade, peso e condição corporal das fêmeas foram $4,93 \pm 2,86$ anos, $426 \pm 77,7$ kg e $6,51 \pm 1,33$.

A CE foi pré-ajustada para idade do touro na entrada da estação de monta, em modelo de regressão linear, sendo posteriormente expressa em 3 classes: classe 1: CE < 35 cm; classe 2: $35 \geq$ CE < 37 cm; classe 3: CE \geq 37. A prenhez das vacas foi considerada sucesso (1) quando do nascimento do bezerro e fracasso (0) quando a vaca não pariu.

Exame andrológico

Dados de exame andrológico parcial estavam disponíveis somente para 33 dos 216 touros que

foram para a estação de monta, o que possibilitou a avaliação da relação entre as variáveis do exame andrológico dos touros e a taxa média de prenhez do lote de vacas exposto aos touros. O exame andrológico parcial dos 33 touros foi realizado nos anos de 2007 (n=8), 2013 (n=10) e 2014 (n=15), em setembro e outubro, que corresponde a 60 e 30 dias antes do início da estação de monta, respectivamente. A CE foi aferida com auxílio de uma fita milimetrada, conforme descrito anteriormente. A colheita do sêmen foi realizada com eletroejaculador Autojac® (Neovet®, Uberaba, Brasil). O sêmen foi colhido em tubos Falcon® graduados, para aferir o volume do ejaculado. Após a colheita, uma alíquota do sêmen foi colocada entre lâmina e lamínula, previamente aquecidas a 37 °C e de forma subjetiva foram avaliados a motilidade e o vigor espermático, com o uso de um microscópio de contraste de fase em aumento de 100x. Para determinar a concentração espermática, uma alíquota de sêmen foi diluída na proporção 1:200 em água destilada, e a contagem de células foi realizada em câmara de Neubauer® sob microscopia de campo claro e aumento de 400x. Para análise da morfologia espermática, uma alíquota do sêmen fresco de cada ejaculado foi retirada e fixada em 0,5 mL de solução formol-salina tamponada, previamente aquecida a 37°C, e posteriormente foi refrigerada até o momento das análises. Para visualização da morfologia espermática foi utilizada a técnica de preparação úmida sob imersão, com contagem de 200 células, em aumento de 1000x, sob microscopia de contraste de fase. Após a contagem da porcentagem de defeitos totais, foi obtida também a relação dos defeitos maiores e defeitos menores, em porcentagem. Todas as avaliações descritas foram feitas segundo as recomendações do Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 2013). Para essa subamostra de 33 touros, a taxa de prenhez por touro foi obtida pelo número de bezerros nascidos em relação ao número de vacas expostas (n=757).

Análise estatística

Para avaliar a relação entre CE dos touros e prenhez das vacas, nas estações de monta de 1995 a 2014, a CE foi pré-ajustada para idade do touro na entrada da estação de monta, em modelo de regressão linear, sendo posteriormente expressa em 3 classes: classe 1: CE < 35 cm; classe 2: $35 \geq$ CE < 37 cm; classe 3: CE \geq 37. A idade da vaca na entrada da monta foi classificada em classe 1: < 5 anos; classe 2: ≥ 5 < 9 anos; classe 3: ≥ 9 anos. Prenhez da vaca (0 ou 1) foi analisada em modelo de regressão logística [Proc Logistic (SAS, Inst., Inc., Cary, NC, US)] incluindo os efeitos classificatórios de ano

de entrada na monta ($i=1995, \dots, 2014$), prenhez anterior ($i=0, 1$), escore de condição corporal da vaca na entrada da monta ($i=2, \dots, 8$), classe de idade da vaca na entrada da monta ($i=1, 2, 3$) e classe de CE ($i=1, 2, 3$). Razões entre as chances (*odds ratios*) foram calculadas de modo a obter informação sobre o risco relativo da ocorrência de prenhez entre as classes de CE.

Para avaliar a relação entre as variáveis do exame andrológico (33 touros) e a taxa de prenhez das vacas, foram estimadas correlações de Pearson utilizando o Proc Corr (SAS Inst., Inc., Cary, NC, US).

RESULTADOS

O número de observações em cada classe de CE e de prenhez das vacas, referente aos 368 lotes de estação de monta a campo nos anos de 1995 a 2014 estão na Tabela 1. Mais da metade

das observações de CE ficaram na classe 2, que apresenta valores intermediários de CE e 74,52% das exposições aos touros resultaram em prenhez, com mínimo de 0% e máximo de 100% de sucesso de prenhez nos 368 lotes de monta.

Não foi observada correlação entre a média de prenhez obtida em cada um dos 368 lotes de estação de monta a campo e os valores de CE dos 216 touros em monta (Figura 1).

Na avaliação da ocorrência de prenhez entre as classes de CE foi observado que a classe de valores intermediários de CE (classe 2: $35 \geq CE < 37$ cm) foi a de maior risco relativo para sucesso na prenhez (Tabela 2).

As médias das características avaliadas no exame andrológico da subamostra dos 33 touros, assim como idade e peso do touro na entrada da estação de monta e taxa de prenhez, estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 1. Número e porcentagem de observações nas classes de circunferência escrotal (CE) dos touros Nelore e prenhez das vacas Nelore

	Número de observações	Porcentagem (%)
Classe de circunferência escrotal		
Classe 1: CE < 35 cm	2606	36,34
Classe 2: $35 \geq CE < 37$ cm	3679	51,30
Classe 3: CE ≥ 37 cm	886	12,36
Prenhez das vacas		
Fracasso	1827	25,48
Sucesso	5344	74,52

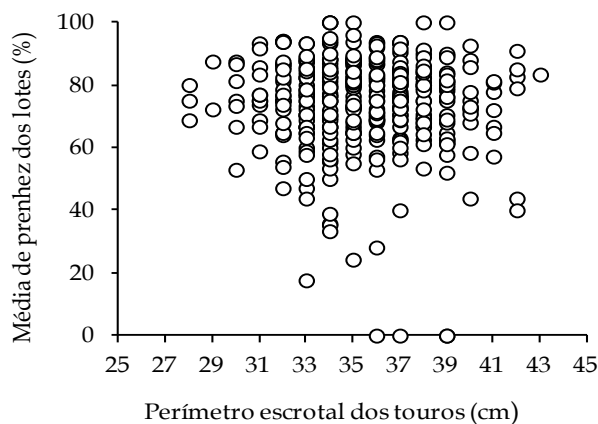


Figura 1. Relação da média de prenhez dos 368 lotes de monta e circunferência escrotal dos 216 touros.

Tabela 2. Risco relativo e intervalo de confiança a 95% de sucesso de prenhez das vacas Nelore, de acordo com as classes de circunferência escrotal (CE) dos touros

	Sucesso na prenhez das vacas		
	Risco relativo	Intervalo de confiança	Valor P (Qui-quadrado) (H0: Risco Relativo=0)
Classe 1: CE < 35 cm	0,871	0,722 - 1,049	0,0012
Classe 2: 35 ≤ CE < 37 cm	1,155	0,963 - 1,386	0,0006
Classe 3: CE ≥ 37 cm	¹ CR	CR	

¹classe referência.

Na Tabela 4 são apresentadas as correlações entre as características avaliadas no exame andrológico dos touros e a taxa de prenhez. O peso do touro na entrada da estação de monta foi moderadamente correlacionado com a idade do touro ($r = 0,49$) e com a CE ($r = 0,53$). Motilidade espermática foi altamente correlacionada ($r = 0,75$) com vigor espermático e moderadamente e negativamente correlacionada ($r = -0,41$) com a porcentagem de defeitos maiores do sêmen. A taxa de prenhez foi moderadamente correlacionada ($r = 0,66$) somente com a concentração espermática.

DISCUSSÃO

A avaliação da CE constitui-se uma medida prática e de fácil obtenção, que apresenta alta repetibilidade entre os avaliadores, por isso, diversos autores aplicaram essa avaliação em estudos com touros Nelore (COSTA e SILVA, 1994; VASCONCELOS, 2001; SILVA *et al.*, 2002; VIU *et al.*, 2006). Além disso, a CE geralmente é aferida em idade jovem e é amplamente aceita pela comunidade técnica e do setor produtivo como critério de seleção para fertilidade (SILVA *et al.*, 2011). A seleção conjunta da precocidade sexual das fêmeas e da CE em machos pode ser uma alternativa eficiente para se obter progressos na eficiência do sistema produtivo por meio do aumento do desempenho reprodutivo (BARROS JÚNIOR *et al.*, 2016).

Apesar da correlação nula entre CE e taxa de prenhez, ilustrada na Figura 1, foi observado na análise do risco relativo que touros com CE menor que 35 cm apresentaram menor probabilidade de prenhez do que touros com CE igual ou maior a 37 cm. Conjuntamente, touros com CE maior ou igual a 37 cm apresentaram menor probabilidade de prenhez do que touros com CE entre 35 e 36 cm. Em outro estudo foi relatado que a taxa de prenhez das vacas foi associada com a CE dos touros. Vacas expostas a touros com CE ≤ 34 cm tinham menor

probabilidade de prenhez que vacas expostas a touros com CE entre 36 e 42 cm e maior probabilidade do que touros com CE maior que 42 cm (WALDNER *et al.*, 2010). Touros com CE muito baixa podem apresentar menor produção espermática pelo fato de ter um crescimento testicular reduzido, enquanto que touros com CE muito elevada podem apresentar ao invés de maior crescimento testicular, apenas deposição de gordura subcutânea no escroto, o que pode ser prejudicial à termorregulação testicular, comprometendo a produção espermática (MELLO, 2014). Como demonstrado por WALDNER *et al.* (2010), touros com diferentes escores corporais apresentam diferença na CE, visto que diferença de 1,0 cm na CE foi observada entre touros com escore de 2 a 5 e touros com escore de 4 a 5.

O exame andrológico é empregado de forma expressiva como método indicador da aptidão reprodutiva dos touros destinados a servir em estação de monta (ADDAD *et al.*, 2009). O sêmen dos touros do presente estudo apresentou valores de motilidade e de defeitos maiores e menores compatíveis com os valores desejáveis para o ejaculado de touros colhidos por vagina artificial (CBRA, 2013). Entretanto, os valores do vigor e da concentração espermática foram inferiores (2,88 e 53,30 espermatozoides x 10⁶/ml; respectivamente) em relação ao desejável (≥ 3 e 350 espermatozoides x 10⁶/ml; respectivamente) (CBRA, 2013). A expressiva diferença em relação à concentração possivelmente ocorreu devido a colheita do sêmen ter sido realizada por eletroejaculação. Esse método estimula de forma mais expressiva as glândulas sexuais anexas, obtendo um ejaculado com maior volume e menor concentração espermática, em comparação a colheita seminal com vagina artificial (LEÓN *et al.*, 1991).

A motilidade espermática é rotineiramente avaliada na análise do potencial de fertilidade dos animais, por ser uma expressão da viabilidade e integridade estrutural dos espermatozoides (VERSTEGEN *et al.*, 2002). O valor médio obtido para a motilidade foi de 71,41%, resultado superior ao

Tabela 3. Média ± desvio-padrão das características avaliadas nos touros da raça Nelore e da taxa de prenhez das vacas

Característica	Número de touros	Média ± DP	Mínimo	Máximo
Circunferência escrotal (cm)	31	33,96 ± 3,39	28	43
Volume do ejaculado (ml)	10	7,15 ± 3,30	2,5	15
Motilidade espermática (%)	24	71,41 ± 14,89	40	94
Vigor espermático (1-5)	17	2,88 ± 0,69	2	4
Concentração espermática (espermatozoidesx10 ⁶ /ml)	10	53,30 ± 38,7	5	146
Defeitos maiores (%)	32	6,75 ± 4,89	0	20
Defeitos menores (%)	33	11,60 ± 11,6	0	47
Idade do touro (mês)	33	32,72 ± 14,63	22,55	95,89
Peso do touro na entrada da estação de monta (kg)	25	555,32 ± 120	393	930
Taxa de prenhez (%)	33	74,05 ± 17,74	31,25	100

Tabela 4. Correlação simples entre as características avaliadas no exame andrológico dos touros da raça Nelore e a taxa de prenhez das vacas

¹ Característica	PES	CE	VOL	MOT	VIG	CONC	DMA	DME	TP
ID	0,49*	0,57*	0,03	0,68*	0,02	-0,46	-0,27	-0,27	0,04
PES		0,53*	-0,34	0,31	0,05	-0,29	-0,02	-0,19	-0,33
CE			-0,08	0,06	-0,17	0,23	-0,12	-0,21	-0,21
VOL				0,10	-0,22	-0,22	-0,28	0,17	-0,08
MOT					0,75*	0,23	-0,41*	-0,38	0,21
VIG						0,20	-0,34	-0,45	-0,05
CONC							-0,36	-0,60	0,66*
DMA								0,52*	0,26
DME									0,01

¹ID: idade do touro na entrada da estação de monta; PES: peso do touro na entrada da estação de monta; CE: circunferência escrotal; VOL: volume do ejaculado; MOT: motilidade espermática; VIG: vigor espermático; CONC: concentração espermática; DMA: defeitos maiores; DME: defeitos menores; TP: taxa de prenhez. *P<0,05.

relatado por PASTORE *et al.* (2008) de 59,23% e próximo aos valores obtidos para touros Nelore aptos a reprodução (73,23 ± 0,31%) e aptos a reprodução em regime de monta natural (69,46 ± 0,55%), relatados por SILVEIRA *et al.* (2010). De forma conjunta, o vigor espermático é uma característica importante a ser avaliada nos ejaculados, representando a intensidade do movimento espermático (CHACUR, 2000), e o valor médio obtido no presente trabalho foi semelhante ao relatado por DIAS *et al.* (2007a) para touros da raça Nelore aos dois e três anos de idade. A alta correlação entre vigor e motilidade espermática (r = 0,75) pode ser explicada por ambas variáveis serem dependentes do metabolismo espermático (FOLHADELLA *et al.*, 2006). Tal resultado

corroborar os estudos de SALVADOR (2001) e DIAS *et al.* (2008) que relataram, respectivamente, correlação de 0,77 e 0,81 entre motilidade espermática e vigor em touros Nelore.

A morfologia espermática é uma característica que se relaciona de forma importante com a maturidade sexual, que pode ser definida como a idade em que o animal apresenta o primeiro ejaculado com um máximo de 20% de defeitos maiores e 30% de defeitos totais (FRENEAU, 2011). Para os touros do presente estudo, a média dos defeitos maiores e totais foi inferior a esses valores (defeitos maiores = 6,75 ± 4,89% e defeitos menores = 11,60 ± 11,6%) e às relatadas por DIAS *et al.* (2007b), DIAS *et al.* (2009) e ADDAD *et al.* (2009), evidenciando

que a maioria dos animais já se encontravam em plena maturidade sexual. Os defeitos maiores se correlacionam com os defeitos menores de forma positiva, assim como relatado por PASTORE *et al.* (2008) e de forma negativa com a motilidade espermática, com valor semelhante ao relatado por SILVEIRA *et al.* (2010), visto que diversos defeitos relativos a morfologia espermática resultam em redução da motilidade espermática (ARRUDA *et al.*, 2015).

As médias de CE dos touros estão de acordo com os valores de referência para CE (33 cm) de touros entre 24 a 36 meses de idade (CBRA, 2013). DIAS *et al.* (2007a) relataram que a estabilização do crescimento da CE ocorre em torno de 39 meses de idade, a partir do peso aproximado de 575 kg, conforme observado também por SALVADOR (2001). No presente trabalho, as correlações entre CE, peso e idade do touro foram moderadas e positivas. Correlações genéticas altas e favoráveis entre CE e peso corporal indicam compatibilidade de seleção para crescimento corporal e fertilidade nos programas de seleção de reprodutores da raça Nelore (DIAS *et al.*, 2008).

Com relação à taxa de prenhez, as médias observadas no presente trabalho foram superiores às relatadas por SANTOS *et al.* (2004) de 72%, utilizando proporção touro:vaca semelhante (1:25), e por ADDAD *et al.* (2009), de 68% que utilizaram proporção de 1:37, ambos estudando eficiência reprodutiva de touros Nelore em estação de monta de 90 dias e 120 dias, respectivamente. Embora a relação touro:vaca tenha sido maior no estudo de ADDAD *et al.* (2009), os autores ressaltaram que a mesma não teve efeito na taxa de prenhez nos lotes de acasalamento avaliados. Taxa de prenhez similar à do presente trabalho foi relatada por LOPES *et al.* (2009), 75%, também na raça Nelore em estação de monta de 90 dias com relação individual touro:vaca de 1:46. SANTOS *et al.* (2000) estudaram a eficiência reprodutiva de touros Nelore e verificaram taxas médias de prenhez de 42,1%, 66,5% e 71,0% aos 30; 60 e 90 dias de estação de monta, respectivamente, inferiores à do presente trabalho. Já COSTA e SILVA *et al.* (1993), que utilizaram proporção média touro:vaca de 1:37 e 1:54 em estação de monta de 90 dias, verificaram taxas de prenhez de 91,4% e 94,2%, e FONSECA *et al.* (1997), com proporção touro:vaca de 1:40 e 1:60 também em estação de monta de 90 dias, observaram taxas de prenhez de 87,5% e 95,0%, respectivamente, superiores à observada no presente trabalho. No manejo dos touros adultos, a proporção touro:vaca de 1:25 é predominante no manejo extensivo do rebanho brasileiro e não

demonstra nenhum desafio aos reprodutores, principalmente aos de origem indiana (GUIMARÃES *et al.*, 2011). A proporção touro:vaca de 1:20 a 1:30 foi adotada nos rebanhos do presente trabalho por razões de seleção e não de reprodução. Os três rebanhos são fechados e pequenos (com até 200 matrizes) e, portanto, é recomendável utilizar certo número de touros/ano para evitar aumento da endogamia.

Apesar da comprovada importância das características andrológicas na determinação da fertilidade dos touros (FONSECA *et al.*, 1997; FONSECA, 2009), somente a taxa de prenhez apresentou correlação com a concentração espermática ($r = 0,66$). Como relatado por FONSECA *et al.* (1995) é necessário um número mínimo de espermatozoides no trato genital feminino para permitir que um percentual suficiente de gametas masculinos chegue ao sítio de fertilização e concretize esse processo. Apesar da concentração espermática não ter apresentado correlação com a CE em nosso estudo, é importante ressaltar que fisiologicamente estas duas características devem ser relacionadas. Os túbulos seminíferos de um touro ocupam 75% do volume testicular, ou seja, reprodutores com testículos de maior volume e, portanto, que apresentam maior CE, são capazes de apresentar maior produção diária de espermatozoides em relação aos touros que apresentam CE pequenas ou médias (FONSECA, 2001). A CE apresenta relação positiva com a produção de espermatozoides e em touros jovens é um importante indicador da produção espermática (MELLO, 2014). Entretanto, ADDAD *et al.* (2009) afirmaram não existir correlação entre a qualidade dos ejaculados de touros da raça Nelore ao longo de três anos e a taxa de prenhez das vacas, pois não foi observado relação entre os defeitos espermáticos, integridade de membrana plasmática e integridade de acrossoma e a taxa de prenhez.

A fraca relação entre as características do exame andrológico avaliadas nos touros e a taxa de prenhez das vacas pode ser devido ao fato das amostras dos touros avaliados nesse tipo de trabalho ser sempre viesada. Ou seja, só são considerados os touros que entraram em monta, que geralmente é uma pequena porcentagem dos machos nascidos e, portanto, a variação observada nesses não representa a variação em CE, nas características seminais, e possivelmente na aptidão reprodutiva, de todos os machos nascidos. Além disso, é importante ressaltar que a taxa de prenhez é o resultado da expressão de muitos fatores, como os fatores genéticos e ambientais que incidem distintamente nas vacas

e nos touros, e que influenciam de forma sutil esse resultado, sendo difícil estabelecer a relação existente entre a taxa de prenhez com todos eles. Isso faz com que, muitas vezes, correlações simples entre duas características sejam não significativas.

CONCLUSÃO

Touros com circunferência escrotal entre 35 e 36 cm apresentam maior chance de obter sucesso na prenhez das vacas em sistema de monta natural de 90 dias. A taxa de prenhez das vacas é positivamente e moderadamente correlacionada com a concentração espermática.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelas bolsas de iniciação científica e produtividade em pesquisa concedidas respectivamente ao primeiro, quinto e sexto autores e à FAPESP pela bolsa de mestrado concedida ao terceiro autor.

REFERÊNCIAS

- ADDAD, R.O.; FRENEAU, G.E.; RESENDE, L.C.; SILVA, L.M. Avaliação clínico-andrológica em touros Nelore e testes de viabilidade espermática, integridade de acrossoma e fragmentação de cromatina ao longo de três estações reprodutivas. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, p.1044-1054, 2009.
- ARRUDA, R.P.; CELEGHINI, E.C.C.; GARCIA, A.R.; SANTOS, G.D.C.; LEITE, T.G.; OLIVEIRA, L.Z.; LANÇONI, R.; RODRIGUES, M.P. Morfologia espermática de touros: interpretação e impacto na fertilidade. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.39, p.47-60, 2015.
- BARROS JÚNIOR, C.P.; BORGES, L.S.; SOUZA, P.H.A.A.; OLIVEIRA, M.R.A.; CAVALCANTE, D.H.; ANDRADE, T.V.; BARROS, C.D.; SOUSA JÚNIOR, S.C. Melhoramento genético em bovinos de corte (*Bos indicus*). **Nutritime**, v.13, p.4558-4564, 2016.
- CBRA - COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL. **Manual para exame andrológico e avaliação do sêmen animal**. 3.ed. Belo Horizonte: CBRA, 2013.
- CHACUR, M.G.M. **Estresse térmico em touros Bufalinos Bubalus Bubalis, avaliações das características fisiológicas da reprodução**. 2000. 127f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista, Programa de Pós-graduação em Reprodução Animal, Botucatu, 2000.
- COSTA E SILVA, E.V. **Capacidade reprodutiva de touros Nelore: exame andrológico, teste de comportamento sexual e desafio de fertilidade**. 1994. 102f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 1994.
- COSTA E SILVA, E.V.; FONSECA, V.O.; HERMANY, A.; LANA RIOS, C.M.; BARBEITOS, R. Avaliação andrológica de touros Nelore e aptidão reprodutiva: taxa de gestação. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.17, p.97-109, 1993.
- DIAS, J.C.; ANDRADE, V.J.; VALE FILHO, V.R.; PEREIRA, J.C.C. Caracterização andrológica de touros Nelore criados extensivamente em Mato Grosso do Sul, Brasil. **Veterinária Notícias**, v.13, p.39-46, 2007a.
- DIAS, J.C.; ANDRADE, V.J.; VALE FILHO, V.R.; SILVA, M.A. Biometria testicular e aspectos andrológicos de touros nelore (*Bos taurus indicus*), de dois e três anos de idade, criados extensivamente. **Veterinária Notícias**, v.13, p.31-37, 2007b.
- DIAS, J.C.; ANDRADE, V.J.; MARTINS, J.A.M.; EMERICK, L.L.; VALE FILHO, V.R. Correlações genéticas e fenotípicas entre características reprodutivas e produtivas de touros da raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.53-59, 2008.
- DIAS, J.C.; ANDRADE, V.J.; MARTINS, J.A.M.; EMERICK, L.L.; GONÇALVES, P.E.; VALE FILHO, V.R. Classificação andrológica por pontos (CAP) de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) de dois e três anos de idade, criados sob pastejo. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, p.1094-1099, 2009.
- FOLHADELLA, I.M.; SÁ, W.F.; FERREIRA, A.M.; CAMARGO, L.S.A.; VIANA, J.H.M.; RAMOS, A.A.; SILVA, M.V.G.B. Características andrológicas de touros da raça Gir. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.809-815, 2006.
- FONSECA, V.O. Avaliação reprodutiva de touros para a monta a campo: análise crítica. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.6, p.36-41, 2009. Suplemento.
- FONSECA, V.O. Perímetro escrotal, um indicador de fertilidade muito mais abrangente. **Revista Nelore**, v.86, p.14-17, 2001.
- FONSECA, V.O. VALE FILHO, V.R.; CHOW, L.A.; BERGMANN, J.G.A.; ASSUMPCÃO, T.I. Efeito da concentração espermática sobre a taxa de gestação de vacas zebu (*Bos taurus indicus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.47, p.687-697, 1995.
- FONSECA, V.O.; CRUDELI, G.A.; COSTA E SILVA, E.V.; HERMANNY, A. Potencial reprodutivo de touros da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) em monta natural.

- Proporção touro:vaca 1:40 e fertilidade. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.15, p.103-108, 1991.
- FONSECA, V.O.; FRANCO, C.S.; BERGMANN, J.A.; CHOW, L.A.; ASSUMPCÃO, T.I. Potencial reprodutivo de touros da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) acasalados com elevado número de vacas. **Arquivo Brasileiro de Veterinária e Zootecnia**, v.49, p.53-62, 1997.
- FRENEAU, G.E. Aspectos da morfologia espermática em touros. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.35, p.160-170, 2011.
- GUIMARÃES, J.D.; GUIMARÃES, S.E.F.; SIQUEIRA, J.B.; PINHO, R.O.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; SILVA, MR.; BORGES, J.C. Seleção e manejo de touros zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.379-388, 2011.
- LEÓN, H.; PORRAS, A.A.; GALINA, C.S.; NAVARRO-FIERRO, R. Effect of the collection method on semen characteristics of Zebu and European type cattle in the tropics. **Theriogenology**, v.36, p.349-55, 1991.
- LOPES, F.G.; GUIMARÃES, J.D.; COSTA, E.P.; CARVALHO, G.R.; MIRANDA NETO, T. Avaliação andrológica por pontos e comportamento sexual em touros da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1018-1025, 2009.
- MELLO, R.R.C. Puberdade e maturidade sexual em touros bovinos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.10, p.11-28, 2014.
- OLIVEIRA, L.R.S.; ALVES, K.S.; GOMES, D.I.; ALMEIDA-IRMÃO, J.M.; CHAVES, R.M.; FREITAS NETO, L.M.; SILVA, A.C.J.; OLIVEIRA, M.A.L.; LIMA, P.F. Seleção de touros jovens Nelore por meio de exames zootécnico e andrológico e da eficiência reprodutiva durante uma estação de monta. **Medicina Veterinária**, v.2, p.25-31, 2008.
- PASTORE, A.A.; TONIOLLO, G.H.; LÓBO, R.B.; FERNANDES, M.B.; VOZZI, P.A.; VILA, R.A.; GALERANI, M.A.V.; ELIAS, F.P.; CARDILLI, D.J. Características biométricas, testiculares, seminais e parâmetros genéticos de touros pertencentes ao programa de melhoramento genético da raça Nelore. **Ars Veterinária**, v.24, p.134-141, 2008.
- QUIRINO, C.R. **Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares, características seminais e libido em touros Nelore**. 1999. 78p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.
- RAZOOK, A.G.; MERCADANTE, M.E.Z. Ganhos de produtividade com o uso de touros provados. In: SANTOS, F.A.P.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. **Requisitos de qualidade na bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2007. p.93-114.
- SALVADOR, D.F. **Perfis andrológicos, de comportamento sexual e desempenho reprodutivo de touros Nelore desafiados com fêmeas em estro sincronizado**. 2001. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.
- SANTOS, M.D.; TORRES, C.A.A.; RUAS, J.R.M.; GUIMARÃES, J.D.; SILVA FILHO, J.M. Potencial reprodutivo de touros da raça Nelore em monta natural submetidos a diferentes proporções touro: vaca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p.497-503, 2004.
- SANTOS, M.D.; TORRES, C.A.A.; RUAS, J.R.M.; GUIMARÃES, J.D.; SILVA FILHO, J.M. Potencial reprodutivo de touros da raça Nelore em monta natural submetidos às proporções touro: vaca 1:25, 1:50, 1:75 e 1:100. In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECCIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. CD-ROOM.
- SILVA, M.R. **Estudo genético quantitativo das características andrológicas de touros jovens da raça Nelore**. 2009. 104f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- SILVA, M.R.; PEDROSA, V.B.; BORGES-SILVA, J.C.; ELER, J.P.; GUIMARÃES, J.D.; ALBUQUERQUE, L.G. Genetic parameters for scrotal circumference, breeding soundness examination and sperm defects in young Nelore bulls. **Journal of Animal Science**, v.91, p.4611-4616, 2013.
- SILVA, M.R.; PEDROSA, V.B.; SILVA, J.C.B.; ELER, J.P.; GUIMARÃES, J.D.; ALBUQUERQUE, L. G. Testicular traits as selection criteria for young Nelore bulls. **Journal of Animal Science**, v.89, p.2061-2067, 2011.
- SILVA, O.E.D.F.; UNANIAN, M.M.; CORDEIRO, C.M.T.; FREITAS, O.R. Relação da circunferência escrotal e parâmetros da qualidade do sêmen em touros da raça Nelore, PO. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1157-1165, 2002.
- SILVEIRA, T.S.; SIQUEIRA, J.B.; GUIMARÃES, S.E.F.; DE PAULA, T.A.R.; MIRANDA NETO, T.; GUIMARÃES, J.D. Maturação sexual e parâmetros reprodutivos em touros da raça Nelore criados em sistema extensivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.503-511, 2010.
- SIQUEIRA, J.B.; GUIMARÃES, J.D.; PINHO, R.O. Relação entre perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas em bovinos de corte: uma revisão. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.37, p.3-13, 2013.
- VASCONCELOS, C.O.P. **Estádio de maturidade sexual em touros da raça Nelore, dos 20 aos 22 meses de idade**. 2001. 59f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

- VERSTEGEN, J.; IGUER-OUADA, M.; ONCLIN, K. Computer assisted semen analyzers in andrology research and veterinary practice. **Theriogenology**, v.57, p.149-179, 2002.
- VIU, M.A.O.; MAGNABOSCO, C.U.; FERRAZ, H.T.; GAMBARINI, M.L.; OLIVEIRA FILHO, B.D.; LOPES, D.T.; VIU, A.M.F. Desenvolvimento ponderal, biometria testicular e qualidade seminal de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) criados extensivamente na região Centro-Oeste do Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v.11, p.53-57, 2006.
- WALDNER, C.L.; KENNEDY, R.I.; PALMER, C.W. A description of the findings from bull breeding soundness evaluations and their association with pregnancy outcomes in a study of western Canadian beef herds. **Theriogenology**, v.74, p.871-883, 2010.