TERMOGRAFIA POR INFRAVERMELHO DA BOLSA ESCROTAL, ESPERMOGRAMA E MORFOMETRIA TESTICULAR DE TOUROS NELORE ANTES E DURANTE DA ESTAÇÃO DE MONTA

Talita Raquel Cavichioli Sebastião, Camila Dutra de Souza, Marcelo George Mungai Chacur

Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, curso de Medicina Veterinária, Presidente Prudente, SP. Agência de fomento: CNPq E-mail: talita_cavichioli@hotmail.com

RESUMO

Objetivou-se estudar na pré-estação de monta e estação de monta a termorregulação testicular com termografia digital por infravermelho, a qualidade do sêmen e a morfometria testicular de touros jovens Nelore, criados extensivamente. Foram utilizados 20 touros Nelore, sendo realizadas, duas coletas de dados antes e duas durante a estação de monta, os procedimentos: coleta e análise de sêmen, mensuração da morfometria testicular e exames de termografia de infravermelho do escroto. Os dados foram submetidos à análise de variância, e comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre as estações para as características do sêmen. Houve diferença ($P < 0,05$) entre estações para peso corporal e perímetro escrotal, ambos superiores no verão. As temperaturas do escroto não diferiram ($P > 0,05$) entre estações. Conclui-se que os animais produziram sêmen de qualidade satisfatória com termorregulação testicular mostrando faixas decrescentes de temperatura do cordão espermático em relação ao testículo e caudas do epidídimo.

Palavras-chave: espermatogênese; estações do ano; termograma escrotal; touro zebu.

INFRARED THERMOGRAPHY OF SCROTUM, SPERMOGRAM AND TESTIS MORPHOMETRY IN NELLORE BULLS BEFORE AND DURING BREEDING SEASON

ABSTRACT

The aim of this study was to study the testicular thermoregulation with infrared digital thermography, the semen quality and the testicular morphometry of young Nelore bulls, which were extensively raised. Twenty Nelore bulls were used, two collections of data were collected before and two during the breeding season, the procedures were: collection and analysis of semen, measurement of testicular morphometry and infrared scrotal thermography. The data were submitted to analysis of variance, and compared by the Tukey test at 5%. There was no difference ($P > 0.05$) between the seasons for semen characteristics. There was a difference ($P < 0.05$) between seasons for body weight and scrotal perimeter, both higher in summer. Scrotal temperatures did not differ ($P > 0.05$) between seasons. It was concluded that the animals produced semen of satisfactory quality with testicular thermoregulation showing decreasing ranges of temperature of the spermatic cord in relation to the testis and tails of the epididymis.

Keywords: spermatogenesis; seasons of the year; scrotal thermograph; bull zebu.

INTRODUÇÃO

Revisando a literatura sobre reprodução de bovinos nos trópicos, Galina e Arthur (1991) abordaram a influência das estações do ano nas características quantitativas e qualitativas do sêmen, relatando que a baixa qualidade do sêmen em alguns animais pode ocorrer devido ao desconforto destes perante temperaturas elevadas.

Muitos estudos sobre os efeitos do estresse térmico no desempenho reprodutivo de touros são conduzidos por simulação do ambiente natural com câmaras bioclimáticas ou por insulação escrotal (KASTELIC, 1996b; FERNANDES et al., 2008). No entanto, poucos estudos têm avaliado a qualidade do sêmen durante a época de monta em situações de alto estresse térmico devido as dificuldades na realização dos experimentos em ambiente natural (RAVAGNOLO et al., 2000; MENEGASSI et al., 2014).

A temperatura dos testículos do touro entre 4 a 5°C abaixo da temperatura retal é essencial para a produção eficaz de sêmen. Efeitos adversos da temperatura testicular elevada, são relatados na produção e qualidade do sêmen, reduzindo a fertilidade nos ruminantes (BRITO et al., 2004; COULTER et al., 1988).

A termografia por infravermelho é um método de avaliação da superfície do escroto na qual, as anormalidades são reconhecidas pela análise dos padrões de temperatura e identificação de áreas com aumento ou redução de temperatura superficial (COULTER et al., 1988).

As mensurações corpóreas e do aparelho reprodutor e colheitas de sêmen auxiliam na avaliação de bovinos machos jovens quanto ao desenvolvimento do aparelho reprodutor, crescimento e estimativa da puberdade.

Objetivou-se estudar na primavera e verão a termorregulação testicular com termografia digital por infravermelho, a qualidade do sêmen e a morfometria testicular de touros jovens Nelore, criados extensivamente.

MATERIAL E MÉTODOS

Presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética de Uso de Animais em Experimentação/Unoeste pelo protocolo nº 3164.

Foram utilizados 20 touros da raça Nelore com idades de 24 meses, de uma propriedade do município de Anaurilândia - MS, mantidos em pasto de *Urochloa decumbens*, com mistura mineral e água à vontade. Foram realizadas coletas de dados, durante seis meses (primavera e verão), sendo duas coletas na primavera e duas no verão, com intervalos de 30 dias entre elas.

Foram realizados os seguintes procedimentos: colheita de sêmen por eletroejaculação (Autoejac®, Neovet, Brasil), análise microscópica do sêmen (Eclipse 200®, Nikon, Japão), termografia digital por infravermelho (termovisor FLIR E40®, Suécia) da bolsa escrotal e mensurações corpóreas (fita métrica) e do aparelho reprodutor (paquímetro Mitutoyo®, Japão).

Os órgãos do aparelho reprodutor foram mensurados: a circunferência escrotal e os eixos dos testículos: comprimento (dorso-ventral) e largura (látero-lateral). Para a morfometria corpórea foram realizados a mensuração da altura da cernelha, peso corporal; e índice de Massa Corporal (IMC): calculado pela equação: $IMC = \text{peso (kg)} / \text{altura da cernelha}^2 \text{ (m)}$, conforme Gabriel Filho et al. (2016).

O sêmen foi colhido por eletroejaculação (Autoejac®, Neovet, Brasil) e incubado em banho-maria (Baby mod.100®, Fanem, Brasil), entre 32 e 35°C, para as análises das características quantitativas e qualitativas: volume, coloração, aspecto, motilidade progressiva, vigor, turbilhonamento e morfologia espermática, segundo normas do Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (MANUAL..., 2013; CHACUR et al., 2014).

As temperaturas da superfície do escroto foram registradas em termogramas com termografia digital de infravermelho (Termovisor FLIR® E-40, Suécia), sendo o foco emissor do aparelho direcionado na porção caudal do escroto de cada touro e orientado, perpendicularmente, a 1m de distância. As imagens foram analisadas pelo *software* FLIR Tools® versão 3.1.13080.1002 para obter as temperaturas médias das regiões anatômicas: cordão espermático, escroto, testículo dorsal e ventral e caudas dos epidídimos.

Os dados das temperaturas da bolsa escrotal, das características do sêmen e da morfometria testicular dos touros, foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS

Abaixo são apresentados os resultados para as características seminais: volume do ejaculado, defeitos maiores e defeitos totais diferiram de forma significativa ($P<0,05$), entre estações, sendo superiores no verão. Na pré-estação e estação de monta (primavera e verão) não houve diferença ($P>0,05$) para as variáveis motilidade espermática, vigor e turbilhão. Já para defeitos menores, houve diferença ($P<0,05$) entre estações do ano, sendo superior na pré-estação de monta (primavera) (Tabela 1).

Tabela 1: Média e desvio-padrão para as características quantitativas e qualitativas do sêmen entre as coletas e a pré-estação e estação de monta de touros Nelore, criados extensivamente.

	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4	Pré-Estação de Monta	Estação de Monta
Volume	3.65±2.40 B	4.80±2.33 AB	5.85±3.18 AB	5.97±2.14 A	4.22±2.41 B	5.91±2.68 A
Motilidade	54.50±14.68 B	69.44±14.02 AB	70.75±17.64 A	68.94±17.84 AB	61.57±16.07 A	69.87±17.52 A
Vigor	2.50±0.88 A	3.05±0.72 A	3.05±0.88 A	2.89±0.80 A	2.76±0.85 A	2.97±0.84 A
Turbilhão	1.35±1.13 A	1.88±1.27 A	2.10±1.29 A	1.84±1.38 A	1.60±1.22 A	1.97±1.32 A
Defeitos Menores	9.53±4.12 A	8.04±4.89 A	3.74±2.05 B	7.32±4.62 AB	8.83±4.51 A	5.48±3.94 B
Defeitos Maiores	6.65±4.81 C	7.09±5.27 BC	13.77±6.81 B	23.10±8.82 A	6.86±4.97 B	18.32±9.07 A
Defeitos Totais	16.18±6.85 B	15.14±8.63 B	17.51±7.10 B	30.42±10.34 A	15.69±7.65 B	23.80±10.89 A

Legenda: Letras maiúsculas diferentes na linha, diferem entre si com $P<0,05$, pelo teste de Tukey.

Levando-se em consideração o detalhamento da porcentagem de defeitos individuais nos espermatozoides, conforme ilustrada na Tabela 2, verifica-se que entre os defeitos maiores, houve diferença significativa ($P<0,05$) para os defeitos individuais como: patologia de cabeça, acrossomo e defeitos de peça intermediária (PI) entre a pré-estação e estação de monta, sendo maiores na estação de monta. Para os defeitos individuais gota proximal e patologia de cauda, não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre as coletas e entre a pré-estação e estação de monta. Analisando os defeitos menores, para patologia de cabeça e patologia de cauda houve diferença significativa ($P<0,05$), sendo superiores na pré-estação de monta. Nos dois momentos do estudo (pré-estação e estação de monta) não houve diferença ($P>0,05$) para gota distal.

Tabela 2: Média e desvio-padrão para os defeitos maiores individuais e menores individuais do sêmen de touros Nelore na Pré-Estação de Monta e Estação de Monta.

	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4	Pré-Estação de Monta	Estação de Monta
Defeitos Maiores						
Patologia de Cabeça	0.55±0.94 A	0.75±1.07 A	1.15±1.60 A	1.55±1.73 A	0.65±1.00 B	1.35±1.65 A
Acrossomo	0.46±1.24 B	0.67±1.32 B	2.42±3.01 B	8.05±6.82 A	0.56±1.27 B	5.24±5.93 A
Gota Proximal	0.23±0.53 A	0.09±0.28 A	0.69±1.91 A	0.37±0.70 A	0.16±0.42 A	0.53±1.43 A
Defeito de PI	3.33±3.60 B	2.79±2.96 B	6.78±3.74 A	9.78±5.33 A	3.06±3.27 B	8.28±4.79 A
Patologia de Cauda	2.09±2.12 A	2.11±2.07 A	2.47±2.57 A	1.92±1.47 A	2.10±2.07 A	2.19±2.09 A
Defeitos Menores						
Patologia de Cabeça	3.10±3.14 A	3.55±2.80 A	1.65±1.39 A	2.30±2.00 A	3.32±2.95 A	1.97±1.73 B
Gota Distal	0.29±1.10 A	0.00±0.00 A	0.08±0.26 A	0.14±0.48 A	0.15±0.78 A	0.11±0.38 A
Patologia de Cauda	6.34±4.23 A	4.01±4.39 AB	2.25±2.10 B	4.71±3.31 AB	5.17±4.41 A	3.48±3.00 B

Legenda: Letras maiúsculas diferentes na linha, diferem entre si com $P<0,05$, pelo teste de Tukey.

Os animais do experimento processaram a espermatogênese de forma adequada nas estações da primavera e verão, segundo normas do Manual... (CBRA,2013).

Com relação à morfometria do escroto e do corpo dos touros, os resultados abaixo apresentados mostram que para as medidas do eixo do comprimento dos testículos direito e esquerdo não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre as duas estações. Para a largura dos testículos direito e esquerdo e perímetro escrotal, houve diferenças ($P<0,05$), nos quais foram superiores na estação de monta, provavelmente devido a linha de crescimento do aparelho reprodutor desses animais, visto que estão na puberdade, onde com o aumento da largura dos testículos, consequentemente aumentou-se também o perímetro escrotal.

Para as medidas corporais altura de cernelha e peso, houve diferença na estação de monta ($P<0,05$), possivelmente, devido as melhores condições nutricionais das pastagens proporcionadas pelo aumento do índice pluviométrico do verão, possibilitando uma melhora nas condições corpóreas, uma vez que os animais também estão em fase de desenvolvimento corporal devido a fase de transição da puberdade para a fase adulta. Já para IMC não houve diferença significativa entre a PEM e EM, conforme lustrado na Tabela 3.

Tabela 3: Média e desvio-padrão da morfometria do escroto e corporal, peso e IMC de touros Nelore na Pré-Estação de Monta e Estação de Monta

	Pré-Estação de Monta (PEM)	Estação de Monta (EM)
Comprimento do Testículo Direito	9.87±0.98 A	9.50±0.87 A
Comprimento do Testículo Esquerdo	10.10±1.10 A	9.90±0.76 A
Largura do Testículo Direito	5.26±0.61 A	5.78±0.60 B
Largura do Testículo Esquerdo	5.41±0.47 A	5.74±0.67 B
Perímetro Escrotal	30.35±2.16 A	32.29±1.61 B
Altura de Cernelha	131.70±5.06 A	145.32±3.96 B
Peso	445.61±33.75 A	538.05±20.03 B
Índice de Massa Corpórea (IMC)	258.27±28.32 A	260.04±20.06 A

Legenda: Letras maiúsculas diferentes na linha, diferem entre si com $P<0,05$, pelo teste de Tukey.

Os resultados mostram que o peso corporal e o perímetro escrotal foram superiores na estação do verão (estação de monta), isso pode ser devido ao crescimento dos touros jovens, associada à melhoria da qualidade da pastagem ofertada aos animais.

As temperaturas obtidas com termografia infravermelha de áreas do corpo dos animais estão ilustradas na Tabela 4. Para PEM e EM não houve diferença ($P>0,05$) para as temperaturas médias do cordão espermático, escroto e temperaturas dorsal e ventral dos testículos e cauda do epidídimo, indicando uma boa termorregulação escrotal dos animais na primavera e verão. Porém ao comparar as colheitas, observou-se que a colheita 1 diferenciou-se ($P<0,05$) da coleta 3 em todas aferições de temperaturas escrotal, sendo que na coleta 3 as temperaturas foram superiores, o que supostamente, pode ser explicado pelo marco do início da estação da primavera (Pré-Estação de Monta) na coleta 1 e do verão (Estação de Monta) na coleta 3. Para temperatura retal também não houve diferença entre a PEM e EM ($P>0,05$), indicando possivelmente que os animais estavam em conforto térmico.

Tabela 4: Média e desvio-padrão das temperaturas do cordão espermático, testículo e cauda do epidídimo, aferido com termografia por infravermelho e temperatura retal de touros Nelore na Pré-Estação de Monta e Estação de Monta

	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4	Pré-Estação de Monta (PEM)	Estação de Monta (EM)
Temp. Méd. Cordão Espermático	35.3±1.8 B	36.3±1.0 AB	37.0±1.0 A	35.6±0.9 B	35.8±1.5 A	36.3±1.2 A
Temp. Méd. Escroto	33.9±1.0 B	34.3±1.1 AB	34.9±0.9 A	33.7±0.9 B	34.1±1.1 A	34.3±1.1 A
Temp. Méd. Dorsal Testículo	34.2±1.2 B	34.9±1.0 AB	35.7±0.9 A	34.6±0.9 B	34.6±1.2 A	35.1±1.0 A
Temp. Méd. Ventral Testículo	33.1±1.1 B	33.8±1.2 AB	34.3±1.0 A	32.8±0.9 B	33.5±1.1 A	33.5±1.2 A
Temp. Méd. Caudas dos Epidídimos	32.1±1.1 ABC	32.9±1.3 BCD	33.4±1.1 D	31.6±1.1 A	32.5±1.2 A	32.5±1.4 A
Temperatura Retal	39.8±0.4 A	39.8±0.3 A	39.9±0.3 A	39.6±0.4 A	39.8±0.4 A	39.7±0.4 A

Legenda: Letras maiúsculas diferentes na linha, diferem entre si com $P < 0,05$, pelo teste de Tukey.

Para os dados climáticos aferidos nos dias das coletas, não houve diferença entre a PEM e a EM ($P > 0,05$), no entanto entre as coletas, para temperatura ambiente e temperatura globo, a coleta 3 foi superior as demais, enquanto que para WBGT a 4 coleta foi a que apresentou menor temperatura. Para UR, teve diferença significativa entre a coleta 1 e 4 ($P < 0,05$), sendo superior na coleta 1.

Tabela 5: Média e desvio-padrão dos fatores climáticos na Pré-Estação de Monta e Estação de Monta.

	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4	Pré-Estação de Monta (PEM)	Estação de Monta (EM)
WBGT	24.7±2.1 AB	26.5±0.4 B	27.9±1.0 AB	21.7±0.9 C	25.5±1.8 A	24.8±3.4 A
Temp. Ambiente	27.9±3.2 B	31.2±1.3 AB	32.7±1.6 A	27.4±0.8 B	29.4±2.9 A	30.0±3.0 A
Temp. Globo	28.0±3.3 B	31.6±1.0 AB	33.8±2.6 A	26.7±1.2 B	29.8±3.0 A	30.3±4.2 A
Umidade Relativa do ar	68.3±8.7 A	53.7±9.5 AB	56.7±4.0 AB	50.0±2.7 B	61.7±11.5 A	53.3±4.8 A

Legenda: Letras maiúsculas diferentes na linha, diferem entre si com $P < 0,05$, pelo teste de Tukey.

No período do experimento, primavera e verão, não houve diferença entre estações do ano para os fatores climáticos estudados, mostrando que os fatores do clima variaram de forma branda. A mensuração de fatores climáticos é importante, pois variações significativas nos mesmos interferem nas características do sêmen e na termorregulação dos testículos.

DISCUSSÃO

Silva et al. (2009) que relataram maior volume do ejaculado durante a estação do verão, que possivelmente ocorreu devido ao melhor aporte nutricional no verão, devido a melhor qualidade das pastagens, contribuindo positivamente com a espermatogênese. No entanto, os valores encontrados no presente estudo para defeitos maiores e defeitos totais diferem dos achados por Chacur et al. (2012), que não observaram diferença significativa entre as duas estações, primavera e verão; e relatando que não houve diferença entre motilidade e vigor espermático entre a primavera e o verão.

Chacur et al. (2014) estudando touros Nelore com idades média de 48 meses também não relataram diferença entre o comprimento dos testículos direito e esquerdo nos animais na estação chuvosa, nas estações da primavera e verão.

Coulter et al. (1988) obteve os padrões de temperatura de touros com a termorregulação escrotal satisfatória, cerca de 4°C a mais na porção dorsal em relação a porção ventral do escroto.

Similar aos achados por Souza et al. (2014) onde os gradientes de temperatura antes da colheita de sêmen, foram obtidos com a subtração de temperaturas entre os pontos T1 (cordão espermático) e T5 (cauda dos epidídimos), sendo essa diferença de 4,04°C.

Baeta e Souza (1997) relataram que, para bovinos, as melhores condições climáticas seriam de temperatura entre 10 e 27°C e umidade relativa do ar de 60 a 70%.

CONCLUSÕES

Conclui-se que nas condições do experimento, os animais produziram sêmen de qualidade satisfatória com termorregulação testicular mostrando faixas decrescentes de temperatura do cordão espermático em relação ao testículo e caudas do epidídimo. A qualidade do sêmen foi superior na primavera com menores porcentagens de defeitos espermáticos maiores e totais. A termorregulação testicular foi similar nas duas estações do ano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAETA, F.C.; SOUZA, C.F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, p.246, 1997.

BRITO, L.F.; SILVA, A.E.; BARBOSA, R.T.; KASTELIC, J.P. Testicular thermoregulation in *Bos indicus*, crossbred and *Bos taurus* bulls: relationship with scrotal, testicular vascular cone and testicular morphology, and effects on semen quality and sperm production. *Theriogenology*, Philadelphia v.61, n.3, p.511-528, 2004. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(03\)00231-0](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(03)00231-0)

CBRA. Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal. Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, Belo Horizonte, 3.ed., 2013. <http://cbra.org.br/br/publicacoes/manual-de-exame-andrologico>

CHACUR, M.G.M et al. Influência da estação do ano nas características do sêmen e na concentração de hormônios em touros Nelore e Simental. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v.64, n.3, p. 540-546, 2012.

CHACUR, M.G.M.; REIS, J.D.A.; TAVARES, L.S.; BARROS, K.S.; Gualberto, L.; Alves, V.C.; OBA, E.; Ramos, A.A. . Influence of year periods on testicle and epididymal morphometry, semen characteristics and seminal proteins by SDS-PAGE in zebu and taurine. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 42, p. 1173, 2014.

COULTER, G.H.; SERENGER, P.L.; BAILEY, D.R.C. Relationship of scrotal surface temperature measured by infrared thermography to subcutaneous and deep testicular temperature in the ram. *Journal of Reproduction and Fertility*, Oxford, v.84, n.2, p.417-423, 1988. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0840417>

FERNANDES, C.E., DODE, M.A., PEREIRA, D., SILVA, A.E. Effects of scrotal insulation in Nelore bulls (*Bos taurus indicus*) on seminal quality and its relationship with in vitro fertilizing ability. *Theriogenology*. v. 70, p. 1560-1568. 2008. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.07.005>

GABRIEL FILHO, L.R.A.; PUTTI, F.F.; CREMASCO, C.P.; BORDIN, D.; CHACUR, M.G.M.; GABRIEL, L.R.A. Software to assess beef cattle body mass through the fuzzy body mass index. *Engenharia Agrícola*, v. 36, p.179-193, 2016. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n1p179-193/2016>

GALINA, C.S.; ARTHUR, G.H. Review of cattle reproduction in tropics. Part 6. The Male. *Animal Breeding Abstracts*, v.59, p.403-412, 1991.

GONÇALVES, P.B.D.; FIGUEIREDO, J.R.; FREITAS, V.J.F. *Biotécnicas Aplicadas á Reprodução Animal*. 2. Ed. São Paulo: Roca, 2008.

KASTELIC, J.P.; COOK, R.B.; COULTER, G.H.; SAACKE, R.G. Isolating the scrotal neck affects semen quality and scrotal/testicular temperatures in the bull. *Theriogenology*, v.45, p.935-942, 1996b. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(96\)00023-4](https://doi.org/10.1016/0093-691X(96)00023-4)

KASTELIC, J.P.; COOK, R.B.; PIERSON, R.A.; COULTER, G.H. Relationships among scrotal and testicular characteristics, sperm production, and seminal quality in 129 beef bulls. *Canadian Journal of Veterinary Research*, Ottawa, v.65, n. 2, p.111-115, 2001.

MENEGASSI, S.R.O.; BARCELLOS, J.O.J.; DIAS, E.A.; KOETZ JUNIOR, C.; PEREIRA, G.P.; PERIPOLLI, V.; MCMANUS, C.; CANOZZI, M.E.A.; LOPES, F.G. Scrotal infrared digital thermography as a predictor of seasonal effects on sperm traits in Braford bulls. *International Journal of Biometeorology*, v. 59, n. 3, p. 357-364, 2014. <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0847-z>

RAVAGNOLO O.; MISTZAL I.; HOOGENBOOM G. Genetic component of heat stress in cattle, development of a heat index function. *Journal of Dairy Science*, v.83, p. 2120–2125, 2000. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75094-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75094-6)

SILVA, A. et al. Relação da circunferência escrotal e parâmetros de qualidade do sêmen em touros da raça Nelore PO. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.31, n.3, p. 1-11, 2002.

SILVA, A.R. da et al. Efeito da idade do touro e do período de colheita de sêmen sobre as características físicas e morfológicas do sêmen de bovinos de raças européias e zebuínas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.38, n.7, p. 1218-1222, 2009.

SOUZA, C.D. et al. Termorregulação escrotal em touros nelore (*Bos taurus indicus*) *Colloquium Agrariae*, v.10, n. Especial, p. 101-106, 2014.

VIU, M., MAGNABOSCO, C., FERRAZ, H., GAMBARINI, M., OLIVEIRA FILHO, B., LOPES, D., VIU, A.. Desenvolvimento ponderal, biometria testicular e qualidade seminal de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) criados extensivamente na região centro-oeste do Brasil. *Archives of Veterinary Science*, v.11, n.3, 2006. <https://doi.org/10.5380/avs.v11i3.7427>