

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**BIOMETRIA E PARÂMETROS ULTRASSONOGRÁFICOS DE
TESTÍCULOS, EPIDÍDIMOS E GLÂNDULAS GENITAIS
ACESSÓRIAS EM TOUROS NELORE E CARACU EM DUAS
CLASSES DE IDADE**

**Naiara Nantes Rodrigues
Médica Veterinária**

2018

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**BIOMETRIA E PARÂMETROS ULTRASSONOGRÁFICOS DE
TESTÍCULOS, EPIDÍDIMOS E GLÂNDULAS GENITAIS
ACESSÓRIAS EM TOUROS NELORE E CARACU DE DUAS
CLASSES DE IDADE**

Discente: Naiara Nantes Rodrigues

Orientadora: Profa. Dra. Maria Emilia Franco Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Fabio Morato Monteiro

**Coorientadora: Profa. Dra. Vera Fernanda Martins Hossepian de
Lima**

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Medicina Veterinária
(Reprodução Animal)**

2018

Ficha catalográfica

R696b Rodrigues, Naiara Nantes
Biometria e parâmetros ultrassonográficos de testículos, epidídimos
e glândulas genitais acessórias em touros Nelore e Caracu em duas
classes de idade / Naiara Nantes Rodrigues. -- Jaboticabal, 2018
vii, 60 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018
Orientadora: Maria Emilia Franco Oliveira
Banca examinadora: Letícia Zoccolaro Oliveira, Lindsay Unno
Gimenes
Bibliografia

1.Andrológico. 2. Bovinos. 3. Ecogenicidade 4.Testículos-
epidídimos-glândulas genitais acessórias. I. Título. II. Jaboticabal-
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 619:616-073:636.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Certificado de aprovação



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: BIOMETRIA E PARÂMETROS ULTRASSONOGRÁFICOS DE TESTÍCULOS, EPIDÍDIMOS E GLÂNDULAS GENITAIS ACESSÓRIAS EM TOUROS NELORE E CARACU EM DUAS CLASSES DE IDADE

AUTORA: NAIARA NANTES RODRIGUES

ORIENTADORA: MARIA EMILIA FRANCO OLIVEIRA

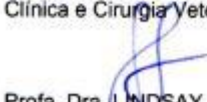
COORIENTADORA: VERA FERNANDA MARTINS HOSSEPIAN DE LIMA

COORIENTADOR: FABIO MORATO MONTEIRO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em MEDICINA VETERINÁRIA, área: REPRODUÇÃO ANIMAL pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. MARIA EMILIA FRANCO OLIVEIRA
Depto de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Profa. Dra. LETÍCIA ZOCOLARO OLIVEIRA
Clínica e Cirurgia Veterinária / Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)


Profa. Dra. LINDSAY UNNO GIMENES
Depto. de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 07 de maio de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Naiara Nantes Rodrigues, nascida em Batayporã – Mato Grosso do Sul, aos dezoito dias do mês de julho do ano de mil novecentos e noventa. Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) Sinop – Mato Grosso no ano de dois mil e oito a dois mil e treze. Durante o período foi monitora da disciplina de Reprodução Animal I, participou de diversos cursos de aprimoramento e atualização, além de congressos, encontros, jornadas e estágios extracurriculares. Defendeu trabalho de conclusão de curso intitulado “Taxa de Concepção Pós IATF de Fêmeas Bovinas em Diferentes Escores de Condição Corporal” sob orientação do Prof. Dr. Fabio José Lourenço. Foi aprovada na seleção de mestrado da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Jaboticabal, para início do curso em dois mil e dezesseis. Durante o período apresentou trabalhos em congressos. Ao final gerou o trabalho intitulado “Biometria e Parâmetros Ultrassonográficos de Testículos, Epidídimos e Glândulas Genitais Acessórias em Touros Nelore e Caracu em Duas Classes de Idade” sob orientação da Dr^a. Maria Emilia Franco Oliveira e coorientação do Dr. Fabio Morato Monteiro e Dr^a Vera Fernanda Martins Hossepian de Lima.

Epígrafe

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota.” (Theodore Roosevelt).

Dedicatória

Dedico esse trabalho a minha mãe ELIETE PAES NANTES por todo apoio e carinho. E in memoriam ao meu avô ONOFRE NANTES, avó HERCÍLIA PAES NANTES e ao meu pai ROSALVO RODRIGUES. Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as bênçãos recebidas até aqui e por me dar a força necessária para continuar caminhando!

A minha mãe Eliete Paes Nantes pelo amor e apoio incondicional em todas as decisões. Obrigada por sempre estar ao meu lado. Amo você!

À minha orientadora Prof^a Dr^a. Maria Emilia Franco Oliveira por me proporcionar a oportunidade de realizar o mestrado, pelos ensinamentos, confiança e paciência. Muito obrigada pela contribuição profissional.

Ao meu coorientador Dr. Fabio Morato Monteiro pelo papel fundamental neste trabalho e na minha formação. Obrigada pela dedicação, por acreditar em mim, pela oportunidade de trabalharmos juntos e por sempre me incentivar a ser uma profissional cada dia melhor.

A minha coorientadora professora Vera Fernanda Martins Hossepian de Lima pela disponibilidade e apoio nos momentos difíceis.

As pesquisadoras do Instituto de Zootecnia, em especial Claudia Paro de Paz e Maria Eugênia Mercadante pela ajuda e colaboração no desenvolvimento deste estudo.

Aos funcionários do Instituto de Zootecnia pela ajuda, apoio, dedicação e colaboração para que pudesse desenvolver o estudo. Em especial ao Fran, Flávio, Valdemar, Dal, Pedro, Valdir, Leu, Sr. Brás e Dona Tereza.

Aos Professores e servidores técnicos do Departamento de Reprodução animal pela contribuição e atenção. Especialmente ao Sr. Edson pela amizade durante todo esse tempo de mestrado.

Aos amigos e colegas pós-graduandos, Mariana Zorzetto, Augusto Ryonosuke Taira, Danielly Brolezze, Rogério Vicentini, Gabriele Voltareli, Leonardo Menegatto, Natália Bastos e André Roberto, por toda convivência prazerosa e divertida. Obrigada pela bela amizade construída neste tempo, vocês tornaram a jornada mais leve, tranquila e alegre!

A minha grande amiga Luana Lelis, obrigada por compartilhar comigo todos os momentos dessa caminhada, pelo apoio e pelo aprendizado pessoal e profissional!

A querida amiga Dayane Vrisman, não só pelo convívio, mas por toda ajuda, pelas horas de conversa e principalmente por participar de todas as etapas do estudo, por estar presente nos manejos, nas análises, nas correções dos resumos, obrigada pelo aprendizado!

Muito obrigada principalmente ao amigo de pós-graduação Guilherme Fazan Rossi, que apesar de não ser oficialmente meu coorientador, fez este papel de forma admirável, por todo apoio nas horas de desespero, por esclarecer todas as dúvidas e estar sempre disponível para ajudar, pela atenção, confiança, humildade e principalmente paciência. Por agregar imensamente a minha vida profissional. O meu profundo respeito e admiração pela pessoa e profissional que é!

Aos amigos e estagiários que ajudaram durante toda a fase de experimento, Renata Chichitosti, Luigi, Flávia Bis, Luis Henrique, Luan, Gilmar, obrigada pela ajuda durante os manejos e pelo convívio divertido.

A UNESP e ao Departamento de Reprodução Animal por tudo que me proporcionaram.

A Capes pela bolsa de estudo concedida.

A todos que de alguma forma estiveram envolvidos neste projeto, auxiliando e tornando possível a concretização deste trabalho!

Quero apenas agradecer, pois sem a ajuda de Deus, da minha família, dos professores e dos amigos, sei que sozinha jamais seria capaz.

A todos, muito obrigada!

Sumário

	Página
LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Raças.....	2
2.2 Puberdade e Maturidade Sexual.....	3
2.3 Descrições anatomofisiológicas dos órgãos reprodutivos.....	3
2.4 Exame andrológico.....	6
REFERÊNCIAS.....	10
CAPÍTULO 2 – Biometria e parâmetros ultrassonográficos de testículos, epidídimos e glândulas genitais acessórias em touros Nelore e Caracu em duas classes de idade.....	14
1. Introdução.....	14
2. Material e Métodos.....	16
Localização e caracterização da área.....	16
Animais.....	17
Avaliações ultrassonográficas dos testículos, epidídimos e glândulas genitais acessórias.....	17
Dimensões.....	18
Análise de ecotextura e ecogenicidade.....	19
Índices do fluxo arterial.....	19
Análise estatística.....	19
3. Resultados.....	20
4. Discussão.....	22
5. Conclusão.....	32
REFERÊNCIAS.....	33

Certificado da Comissão de Ética no Uso de Animais

C E R T I F I C A D O

Certificamos que o projeto intitulado “**Avaliação ultrassonográfica de glândulas genitais anexas em bovinos**”, protocolo nº 15.653/16, sob a responsabilidade da Profª Drª Maria Emília Franco Oliveira, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de junho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 04 de novembro de 2016.

Vigência do Projeto	10/11/2016 a 07/08/2018
Espécie / Linhagem	<i>Bos taurus taurus</i> e <i>Bos taurus indicus</i> (Bovino)
Nº de animais	348
Peso / Idade	345 - 1200 kg / 12, 24 e 36 meses
Sexo	Machos
Origem	Instituto de Zootecnia – Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica.

Jaboticabal, 04 de novembro de 2016.


Profª Drª Lizandra Amoroso
Coordenadora – CEUA

BIOMETRIA E PARÂMETROS ULTRASSONOGRÁFICOS DE TESTÍCULOS, EPIDÍDIMOS E GLÂNDULAS GENITAIS ACESSÓRIAS EM TOUROS NELORE E CARACU DE DUAS CLASSES DE IDADE

RESUMO – O exame andrológico em bovinos reprodutores é de extrema importância para identificação da capacidade reprodutiva de touros. A ultrassonografia é uma ferramenta diagnóstica que pode fornecer importantes informações de forma não invasiva da integridade dos órgãos reprodutivos, no entanto, ainda vem sendo pouco aplicada na prática de avaliação de reprodutores. O objetivo do trabalho foi caracterizar e comparar parâmetros biométricos e atributos ultrassonográficos de testículos, epidídimos e glândulas genitais acessórias, bem como, índices vasculares das artérias testiculares e ilíacas internas de touros das raças Nelore (n=203) e Caracu (n=79), agrupados de acordo com as classes de idade (≤ 18 meses e > 18 meses). Os dados foram analisados pelo PROC MIXED do programa SAS ($p < 0,05$). O perímetro escrotal, comprimento testicular e medida dorsoventral da cauda do epidídimo foram diferentes entre animais ≤ 18 meses e > 18 meses nas raças Nelore e Caracu. A biometria das glândulas vesiculares, porção disseminada da próstata e medida craniocaudal da glândula bulbouretral apresentaram diferença entre raças. Houve diferença entre as idades para glândulas vesiculares, medidas dorsoventral e craniocaudal do corpo da próstata e próstata disseminada. Houve correlações significativas ($p < 0,05$) entre a biometria dos testículos, cauda dos epidídimos e glândulas genitais acessórias, exceto com o corpo da próstata. A intensidade de pixel do parênquima testicular diferiu entre raças e classes de idade. A ecogenicidade (valores de pixel médio) das glândulas vesiculares foi superior em Caracu, enquanto a heterogeneidade (desvio padrão de pixel) foi maior nos animais mais jovens. Os padrões de pixel da próstata foram diferentes nas duas porções (corpo e porção disseminada). A ecogenicidade das glândulas bulbouretrais foi superior para touros Nelore. Nelore e Caracu apresentaram diferenças nos índices de pulsatilidade (IP) e de resistência (IR) das artérias testiculares. Já o IP e IR das artérias ilíacas internas diferiram entre animais com ≤ 18 meses e > 18 meses. Em conclusão, características biométricas e de ecogenicidade e ecotextura dos parênquimas dos testículos, epidídimos e glândulas genitais acessórias sofrem influência do grupo genético e classes de idade. A ultrassonografia é útil para medir e avaliar os órgãos do sistema reprodutor masculino e analisar o estágio do desenvolvimento reprodutivo de touros.

Palavras-chave: andrológico, bovinos, ecogenicidade, ecotextura, índices vasculares, ultrassonografia

BIOMETRICS AND ULTRASONOGRAPHIC ANALYSIS OF TESTES, EPIDIDYMS AND ACCESSORY SEX GLANDS IN NELLORE AND CARACU BULLS OF TWO AGE CLASSES

ABSTRACT – The andrological examination in breeding cattle is of extreme importance for the identification of the reproductive capacity of bulls. Ultrasonography is a diagnostic tool that can provide important noninvasive information on the integrity of reproductive organs, however, it still has been little applied in practice of reproductive evaluation. The objective of this study was to characterize and compare biometric parameters and ultrasonographic attributes of the testes, epididymis and accessory sex glands, as well as vascular indices of internal testes and iliac arteries of Nellore (n=203) and Caracu bulls (n=79) , grouped according to age classes (≤ 18 months and >18 months). Data were analyzed by PROC MIXED of SAS program ($p < 0.05$). The scrotal perimeter, testicular length and dorsoventral measurement of the tail of the epididymis were different between animals ≤ 18 months and >18 months in the Nellore and Caracu races. The biometry of vesicular glands, disseminated portion of prostate and craniocaudal measurement of bulbourethral gland showed differences between breeds. Were differences between ages for vesicular glands, dorsoventral and craniocaudal measurements of prostate body and disseminated prostate. Were significant correlations ($p < 0.05$) between the biometry of the testes, tail of the epididymides and accessory sex glands, except with the body of the prostate. The pixel intensity of the testicular parenchyma differed between breeds and age classes. The echogenicity (mean pixel values) of vesicular glands was higher in Caracu, while heterogeneity (pixel standard deviation) was higher in younger animals. The prostate pixel patterns were different in the two portions (body and disseminated portion). The echogenicity of bulbourethral glands was superior for Nellore bulls. Nellore and Caracu showed differences in pulsatility (IP) and resistance (IR) indexes of testicular arteries. The IP and IR of internal iliac arteries differed between animals with ≤ 18 months and >18 months. In conclusion, biometric features and echogenicity and ecotexture of the parenchyma of testes, epididymides and accessory sex glands are influenced by the genetic group and age classes. Ultrasonography is useful to measure and evaluate organs of male reproductive system and to analyze the stage of reproductive development of bulls.

Keywords: andrological, bovine, echogenicity, ecotexture, vascular indices ultrasonography

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Valores (média $\pm$ SEM) da interação da biometria dos testículos, epidídimo e glândulas genitais acessórias de touros das raças Nelore e Caracu (≤ 18 meses e > 18 meses).....38

Tabela 2. Média $\pm$ SEM da biometria das glândulas genitais acessórias de touros da raça Nelore e Caracu (≤ 18 meses e > 18 meses).....39

Tabela 3. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis de biometria dos testículos, epidídimos e glândulas genitais acessórias.....40

Tabela 4. Média $\pm$ SEM de pixel (média, mínimo, máximo e desvio padrão) do parênquima testicular, epidídimos e glândulas genitais acessórias de touros das raças Nelore e Caracu (≤ 18 meses e > 18 meses).....41

Tabela 5. Média $\pm$ SEM da interação de pixel do parênquima testicular, epidídimos e glândulas genitais acessórias de touros da raça Nelore e Caracu (≤ 18 meses e > 18 meses).....42

Tabela 6. Valores (média $\pm$ SEM) de índice de pulsatilidade (IP), índice de resistência (IR), pico de velocidade sistólica (PVS) e velocidade diastólica final (VDF) das artérias testiculares e artérias ilíacas internas de touros da raça Nelore e Caracu (≤ 18 meses e > 18 meses).....43

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Imagens ultrassonográficas Modo B de testículos e cauda do epidídimo.....	44
Figura 2. Imagens ultrassonográficas Modo B das glândulas genitais acessórias.....	45

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte brasileira tem grande importância na economia nacional, sendo o Brasil um dos países com o maior rebanho comercial do mundo e grande exportador, ainda é possível crescer em produtividade na pecuária nacional (Luchiari Filho, 2006). Para isso, são necessários avanços que otimizem o processo de produção nas propriedades rurais, garantindo que se torne mais competitivo (Barcellos et al., 2004). Um dos pontos importantes é a avaliação do reprodutor utilizado no manejo reprodutivo, que por muitas vezes é negligenciada e reflete nos aspectos produtivos das propriedades.

A principal forma de acasalamento do rebanho brasileiro é a monta natural. Desse modo, a fertilidade do touro tem maior impacto no desempenho reprodutivo do rebanho quando comparado a qualquer vaca, uma vez que, um único touro acasala com um grande número de fêmeas. Por isso, é de grande importância a detecção e descarte de reprodutores com fertilidade reduzida, já que isto levará a prejuízos econômicos (Santos et al., 2004; Valle, Andreotti e Thiago, 1998; Barbosa, Machado e Bergamaschi, 2005). A identificação da capacidade reprodutiva dos machos proporciona estratégias que permitem o aumento da eficiência do rebanho, como uma maior proporção touro:vaca. Além disso, o descarte de animais sub-férteis evita a transmissão destas características a seus descendentes (Fonseca, 2009).

O exame andrológico do touro atesta a condição física geral do animal, a higidez dos órgãos reprodutivos e qualidade seminal. No manejo reprodutivo recomenda-se a realização do exame 60 dias antes do início da estação de monta (Valle, Andreotti e Thiago, 1998). Porém, o diagnóstico não é permanente, e são necessárias avaliações regulares (Gonçalves, Figueiredo e Freitas, 2014).

Entre as etapas do exame andrológico, a observação de consistência, mobilidade e a biometria testicular podem ser importantes para prever a fertilidade do touro (Abdel-Razek e Ali, 2005). Já a avaliação das glândulas genitais acessórias muitas vezes é omitida, e quando avaliadas é por meio de palpação retal e, indiretamente, pelo exame do fluído seminal. Em pequenos ruminantes,

principalmente em virtude da dificuldade de realização da palpação retal, a ultrassonografia se mostrou prática e confiável para a avaliação destas glândulas (Camela et al., 2017). Além de ser não invasiva, esta ferramenta traz inúmeros benefícios no estudo do desenvolvimento, tanto dos testículos e epidídimos, como das glândulas genitais acessórias (Abdel-Razek e Ali, 2005; Camela et al., 2017). A ultrassonografia permite também a avaliação da vascularização dos tecidos por meio do padrão espectral dos vasos, possibilitando a identificação de padrões anormais no fluxo sanguíneo que podem ser causas de patologias (Herbener, 1996).

Por meio de análise computadorizada das imagens ultrassonográficas, é possível a caracterização de parâmetros como dimensões, ecogenicidade e ecotextura dos testículos e glândulas genitais acessórias (Camela et al., 2017). Portanto, a importância do estudo se dá pelo fato de que ainda não foi caracterizado as glândulas genitais acessórias em bovinos. O conhecimento dos padrões de normalidade destes órgãos reprodutivos por meio do exame ultrassonográfico poderá auxiliar nos diagnósticos andrológicos e como consequência interferir positivamente sobre a eficiência reprodutiva do rebanho. Além disso, outro ponto importante é identificar possíveis diferenças nas imagens entre os grupos raciais estudados (Nelore e Caracu) e o grau de desenvolvimento sexual destes indivíduos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Raças

Os bovinos são pertencentes a família *Bovidae*, são divididos em dois gêneros: *Bos taurus* (animais de origem europeia) e *Bos indicus* (animais originalmente encontrados na Índia, Ásia e África) (Santiago, 1985). A raça Nelore é a raça *Bos indicus* mais difundida no Brasil, bem adaptada as condições tropicais brasileiras, e possui diferenças em relação a animais *Bos taurus* como a resistência a parasitos e o trato digestivo menor, o que faz com que seu metabolismo seja mais baixo, gerando menor quantidade de calor. Além disso, apresentam elevada longevidade reprodutiva (Rodrigues, 2007).

A raça Caracu é uma raça crioula brasileira, pertencente ao gênero *Bos taurus*, proveniente de animais oriundos dos troncos Aquitânico e Ibérico, trazidos pelos colonizadores portugueses no início do século XVI. Ao longo dos séculos esses animais foram se adaptando as condições climáticas, parasitárias e nutricionais em território brasileiro (Trovo e Duarte, 1981), esse processo de adaptação formou os animais nativos. Portanto, são classificados como taurinos adaptados, reconhecidos por serem rústicos, resistentes a parasitas e tolerantes ao calor, e possuírem dupla aptidão, produzindo tanto carne, como leite (Lima et al., 1990). A unidade de pesquisa do Instituto de Zootecnia de Sertãozinho, no estado de São Paulo é o mais importante centro de melhoramento genético da raça Caracu. Onde os animais são selecionados, ficam até os 2 anos de idade em pastagens para então entrar no manejo de estação de monta (Mercadante, 2005).

2.2 Puberdade e Maturidade Sexual

A puberdade é caracterizada como o evento no qual o animal é capaz de liberar gametas e manifestar comportamento sexual completo, no macho é o momento em que o ejaculado contém espermatozoides suficientes para fertilizar o óvulo. O início da puberdade em termos de mecanismo endócrino é marcado pela elevação das concentrações circulantes de gonadotrofinas, resultando na secreção de testosterona, a qual aumenta com o avanço da puberdade, outro ponto importante do momento em que o animal se torna púbere é a gametogênese, pois há aumento da concentração e motilidade progressiva dos espermatozoides, além de elevação na concentração de proteína seminal (Hafez e Hafez, 2004).

Em termos gerais, a puberdade em bovinos ocorre aos 12 meses, no entanto, a uma variação em função do grupo racial a que o animal pertence (*Bos indicus* x *Bos taurus*). Alguns fatores também podem interferir na idade a puberdade, como o ambiente físico, heterose, peso corpóreo e nutrição (Hafez e Hafez, 2004). De acordo com Wolf et al. (1965) a puberdade é a idade mínima na qual o macho apresenta mínimo de 50×10^6 espermatozoides no ejaculado e pelo menos 10% de motilidade progressiva.

2.3 Descrições anatomofisiológica dos órgãos reprodutivos

O sistema genital do macho é composto por dois testículos, dois epidídimos, dois ductos deferentes, glândulas genitais acessórias e pênis (Cunningham, 2008). Os testículos são as gônadas masculinas, possuem função endócrina e espermatogênica, estão situados dentro da bolsa escrotal, fora do abdome, tem localização inguinal e posição vertical (Hafez e Hafez, 2004), são envoltos pela túnica vaginal, que são duas camadas de membrana fibrosa, as quais se originam do peritônio. No interior dos testículos existem lóbulos, os quais são compostos por até quatro túbulos seminíferos envolvidos em tecido de estroma que consiste de nervos, vasos sanguíneos e células de Leydig, essas células secretam testosterona nas veias testiculares e vasos linfáticos. As células seminíferas que revestem os túbulos são as espermatogônias, que darão origem aos espermatozoides, e as células de Sertoli ou de sustentação, as quais suprem com nutrientes as espermatogônias, e contribuem com a produção do fluido tubular (Ball e Peters, 2006; Hafez e Hafez, 2004). O tamanho dos testículos em touro adulto em média tem 10 a 12 centímetros (cm) de comprimento e 6 a 8 cm de diâmetro, mas pode variar entre indivíduos (Ball e Peters, 2006). E a forma também varia entre indivíduos e entre raças. Em touros da raça Nelore, por exemplo, o testículo se apresenta de forma longa-moderada aos 21 meses de idade (Silveira et al., 2010).

Os epidídimos posicionam-se próximo a superfície posterior dos testículos e são, responsáveis pelo amadurecimento e nutrição dos espermatozoides, isso porque suas células principais possuem processos celulares ramificados (esterocílios), já os fibromiócitos localizados na parede externa do dos epidídimos, aderidos ao epitélio fazem o transporte dos espermatozoides por meio de ação peristáltica (Garcia e Fernández, 2012). Possuem ductos, sendo que a região central de cada ducto eferente tem expressiva atividade secretória, e detém de parede composta por uma camada de fibras musculares circulares e epitélio pseudo-estratificado de células colunares, há três segmentos de ductos do epidídimo, e ocorre diminuição na altura do epitélio e dos estereocílios e aumento do lúmen ao longo dos três segmentos. Os dois primeiros segmentos estão associados a maturação espermática, já o segmento terminal é destinado ao armazenamento de espermatozoides. Além disso, o ducto do epidídimo forma um enovelado muito longo, de 36 metros em touros. A cauda do epidídimo desempenha um importante

papel, uma vez que é o principal órgão de armazenamento de espermatozoides. No entanto essa habilidade depende da termorregulação testicular e da ação da testosterona (Ball e Peters, 2006; Hafez e Hafez, 2004).

Os cordões espermáticos, responsáveis por suspender os testículos, penetram na cavidade abdominal por meio de um anel entre a pelve óssea e os músculos abdominais, chamado de canal inguinal (Ball e Peters, 2006). E o suprimento sanguíneo para os testículos ocorre por meio da artéria testicular, a qual se origina da aorta dorsal (Hafez e Hafez, 2004). A drenagem venosa compõe o plexo pampiniforme, na base do cordão espermático, responsável por resfriar o sangue arterial antes de chegar ao tecido testicular (Ball e Peters, 2006).

As glândulas genitais acessórias estão presentes nos machos, porém variam de acordo com a espécie. Possuem a função de nutrição para as células espermáticas, lubrificação do trato genital antes da ejaculação e auxiliam no transporte do espermatozoide ao longo do trato reprodutivo feminino, entre outras funções (Jennings e Premanandan, 2018). Os touros possuem como glândulas genitais acessórias, as glândulas vesiculares, ampolas do ducto deferente, próstata e glândulas bulbouretrais (Hafez e Hafez, 2004). A estrutura da maior parte das glândulas genitais acessórias é organizada em padrão tubular ou túbulo alveolar ramificado, dispostos em lóbulos, cada estrutura lobular drena para o ducto deferente ou uretra (Jennings e Premanandan, 2018).

As glândulas vesiculares, ou vesícula seminal, em ruminantes são lobuladas, apresentando aproximadamente 5 cm de largura e 10 a 12 cm de comprimento e estão caudais as ampolas e craniais a próstata (Ball e Peters, 2006), são responsáveis pela produção de líquido rico em frutose e que constituirá 70% do volume seminal (Gartner e Hiatt, 2003). Histologicamente são compostas por epitélio glandular colunar simples, possuem ductos excretores, os quais são revestidos por epitélio colunar estratificado (Jennings e Premanandan, 2018), e compartilham juntamente com o ducto deferente um ducto ejaculatório comum que desemboca na uretra (Hafez e Hafez, 2004).

As ampolas dos ductos deferentes possuem diâmetro variando de acordo com a idade do reprodutor, entre 0,5 e 2 cm, apresentando consistência tenso-elástica e superfície lisa, com localização medial no vértice interno do ângulo

formado pelas glândulas vesiculares (Gonçalves, Figueiredo e Freitas, 2014). Constitui uma ampliação da porção terminal do ducto deferente, são glândulas tubulares ou tubuloalveolares ramificadas sem um ducto excretor especializado (Jennings e Premanandan, 2018). Estas constituem uma estrutura para armazenamento transitório de espermatozoides antes da ejaculação, além de contribuir com produção de líquido para formação do sêmen (Gonçalves, Figueiredo e Freitas, 2014; Camela et al., 2017).

A glândula prostática é pequena e está situada ao longo da uretra pélvica (Ball e Peters, 2006), é dividida em duas partes, o corpo que rodeia o colo da bexiga e a parte disseminada que está ao redor da uretra pélvica (Hafez e Hafez, 2004). O corpo é circundado por uma cápsula colágena espessa e a porção disseminada é embutida em matriz colagenosa solta, histologicamente é composta por estruturas tubuloalveolares as quais possuem células colunares baixas e cuboides, a atividade secretora é do tipo glândula apócrina e possui grânulos acidófilicos e gotículas lipídicas no citoplasma epitelial (Jennings e Premanandan, 2018). É responsável pela secreção mais aquosa do líquido que irá compor o sêmen (Hafez e Hafez, 2004).

As glândulas bulbouretrais, posicionadas aproximadamente a 10 cm caudal à próstata e em cada lado da uretra (Ball e Peters, 2006). São compostas por estruturas tubuloalveolares pareadas com epitélio colunar, os ductos são revestidos por epitélio colunar pseudoestratificado ou transicional (Jennings e Premanandan, 2018). Secretam um fluido espesso e liso, que exerce a função de lubrificar a uretra. Assim, é a primeira das secreções glandulares liberada após a ereção (Gartner e Hiatt, 2003).

Em conjunto, todas as glândulas são responsáveis por eliminar secreções na uretra, fornecendo assim veículo líquido para nutrição e transporte de espermatozoides (Hafez e Hafez, 2004).

2.4 Exame andrológico

O exame andrológico é importante para predizer a saúde sexual do macho, caracterizando dessa forma seu potencial reprodutivo. Geralmente é indicado anterior ao início da estação de monta (Alfaro, 2011). A recomendação para

machos que compõem rebanhos em sistemas de cria é de realizar o exame andrológico antes do início da estação de monta, enquanto que para indivíduos doadores de sêmen, o monitoramento deve ser constante.

As etapas do exame vão desde anamnese e avaliação física geral do animal até avaliações detalhadas específicas do sistema reprodutor, como a observação da presença e integridade dos órgãos e avaliação das características seminais. Ainda, a avaliação de comportamentos sexuais possibilita identificação da libido dos animais. A bolsa escrotal é examinada principalmente quanto a integridade e altura, enquanto os testículos são avaliados quanto a simetria, mobilidade e consistência bem como nessa etapa é obtida medidas dos testículos com o auxílio de fita métrica e paquímetro (Alfaro, 2011). O perímetro escrotal é um parâmetro utilizado de forma confiável nos programas de melhoramento que visam fertilidade (Dias et al., 2008), pois prediz o potencial de produção espermática (Galvani et al., 2000). Como mostrado por Pastore et al. (2008), ao selecionar animais pelo perímetro escrotal indiretamente seleciona-se para volume testicular, motilidade e vigor espermático. Os epidídimos e os cordões espermáticos são da mesma forma que os testículos avaliados por palpação (Alfaro, 2011).

Já a avaliação das glândulas genitais acessórias (glândulas vesiculares, ampolas dos ductos deferentes, próstata e glândulas bulbouretrais) é outra parte importante do exame andrológico, mas por vezes negligenciada ou apenas realizada por palpação retal (Camela et al., 2017). As glândulas genitais acessórias mais facilmente palpáveis são as glândulas vesiculares e as ampolas do ducto deferente, entretanto esta ferramenta semiológica em isolado não fornece informações suficientes para diagnóstico de alterações nestas estruturas, como processos inflamatórios iniciais (Alfaro, 2011) que podem comprometer o potencial reprodutivo do touro.

A ultrassonografia é uma ferramenta diagnóstica que vem sendo aplicada em grande escala na prática veterinária, por ser uma técnica não invasiva, permitir coleta de informações para diagnóstico de forma rápida e fornecer aspectos visuais da anatomia básica e processos fisiológicos dos tecidos (Griffin e Ginther, 1992), concedendo benefícios significativos na avaliação de mudanças de desenvolvimento

dos testículos, epidídimos e glândulas genitais acessórias (Abdel-Razek e Ali, 2005). Assim, torna-se cada vez mais rápido e preciso o diagnóstico (Peixoto et al., 2010).

O princípio da ultrassonografia consiste da formação de imagens através de pulsos sonoros em frequência de um a vinte MHz, direcionados a um tecido, sendo que uma parte desse som é refletida de volta a fonte, informando o tipo de estrutura a qual penetrou. A onda ultrassonográfica é uma forma de energia acústica provenientes da vibração dos cristais piezoelétricos que estão no interior do transdutor, produzindo assim imagens. A dispersão ou reflexão do som ocorre quando o pulso alcança uma interface entre dois tecidos que têm impedância acústica diferente (produto entre a velocidade do som e a densidade do tecido) (Sites et al., 2007). A ultrassonografia em modo - B fornece imagem bidimensional em tempo real, no qual o conjunto de sons ultrassonográficos estão dispostos em plano lado a lado (Middleton et al., 2005).

A avaliação ultrassonográfica dos testículos tem grande potencial para avaliação da função testicular no touro (Gábor et al., 1998), por meio da análise da ecotextura e ecogenicidade do parênquima testicular (Ahmadi et al., 2013). A imagem ultrassonográfica do parênquima testicular em sua forma normal possui ecogenicidade moderada, e em corte transversal o mediastino se apresenta como um ponto hiperecogênico ao meio (Abdel-Razek e Ali, 2005).

Para as glândulas genitais acessórias, a ultrassonografia é uma ferramenta de grande potencial, possibilita uma investigação mais precisa da integridade dos órgãos, entretanto, ainda é pouco empregada. Acredita-se que a ampliação do uso desta ferramenta diagnóstica na avaliação dos órgãos do sistema reprodutor localizados na região pélvica seria possível a partir da caracterização ultrassonográfica destes órgãos quando os mesmos se apresentam em suas condições normais (Weber, Hilt e Woods, 1988). Estudos descritivos do emprego da ultrassonografia na avaliação de parâmetros biométricos e de ecogenicidade e ecotextura das glândulas genitais acessórias na veterinária ainda são poucos.

Nos relatos encontrados na literatura na espécie bovina, as ampolas do ducto deferente aparecem como duas linhas dorsais ao colo da bexiga, com lúmen não-ecogênico (Abdel-Razek e Ali, 2005) e irregular. Em secção transversal, as ampolas apresentam-se de forma redonda ou oval, medindo em média 0,84 cm (Weber, Hilt e

Woods, 1988). Em sentido caudal e lateral a estas, estão as vesículas seminais (Abdel-Razek e Ali, 2005), com forma irregular, lóbulos isoecóicos de tecido glandular separados por regiões hipoecóicas e uma membrana hiperecóica cercando o perímetro da glândula. No tecido glandular também foi observado pequenas vesículas anecóicas com líquido (Weber, Hilt e Woods, 1988).

As glândulas bulbouretrais mostraram-se em formato fusiforme uniformemente hiperecogênica incorporada ao músculo bulbocavernoso, o qual tem aparência ecogênica. Já o corpo da próstata é contínuo aos pares disseminados da próstata e são ambas as estruturas hiperecogênicas (Abdel-Razek e Ali, 2005).

É possível também a avaliação da perfusão sanguínea testicular (Schurich et al., 2009) e das glândulas genitais acessórias, por meio do exame ultrassonográfico modo-Doppler espectral (Camela et al., 2017). Este recurso ultrassonográfico é uma forma de avaliação quantitativa da velocidade e direção dos glóbulos vermelhos, mostrando o padrão de velocidade e tempo em ondas do fluxo sanguíneo no vaso estudado (Wood et al., 2010), definindo assim a velocidade máxima superior a frequência (Coelho, Cardoso e Santos, 2008). Esta ferramenta é considerada uma análise importante, já que a vascularização é um fator relevante para a produção espermática (Portugal, 2014), e o diagnóstico de padrões normais e anormais no fluxo podem estar correlacionados com patologias (Wood et al., 2010).

Todas as etapas do exame andrológico permitem um diagnóstico da capacidade reprodutiva do touro, a qual deve ser avaliada anterior ao início da estação de monta, porém é importante atentar-se que reflete a produção espermática de 60 dias atrás, demonstrando um prognóstico apenas da capacidade reprodutiva de dado momento (Gonçalves, Figueiredo e Freitas, 2014; Valle, Andreotti e Thiago, 1998). Portanto, vale ressaltar que não se pode excluir o animal de sua atividade reprodutiva apenas por uma avaliação única, ou seja, a mesma deve ser repetida em vários momentos para revelar de fato o potencial reprodutivo comprometido do macho.

REFERÊNCIAS

Abdel-Razek AK, Ali A (2005) Developmental changes of bull (*Bos taurus*) genitalia as evaluated by caliper and ultrasonography. **Reproduction Domestic Animals** 40:23-27.

Ahmadi B, Mirshahi A, Giffin J, Oliveira MEF, Gaoa L, Hahnel A, Bartlewski PM (2013) Preliminary assessment of the quantitative relationships between testicular tissue composition and ultrasonographic image attributes in the RAM. **The Veterinary Journal** 198:282-285.

Alfaro CEP (2011) Importância da avaliação andrológica na seleção de reprodutores a campo. **Revista Brasileira de Reprodução Animal** 35:152-153.

Ball PJH, Peters AR (2006) **Reprodução em Bovinos**. São Paulo: Roca.

BARBOSA, R.T.; MACHADO, R.; BERGAMASCHI, M.A.C.M. A importância do exame andrológico em bovinos. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, circular técnica 41, p. 01-13, 2005.

BARCELLOS, J.O.J.; SUÑE, Y.B.P.; SEMMELMANN, C.E.N.; GRECELLÉ, R.A.; COSTA, E.C.; MONTANHOLI, Y.R.; CHRISTOFARI, L. **A bovinocultura de corte frente a agriculturização no sul do Brasil**. Conferência apresentada no XI Ciclo de Atualização em Medicina Veterinária – Universidade do Estado de Santa Catarina, 2004.

CAMELA, E. S. C.; NOCITI, R. P.; SANTOS, V. J. C.; MACENTE, B. I.; MACIEL, G. S.; FELICIANO, M. A. R.; VICENTE, W. R. R.; GILL, I.; BARTLEWSKI, P. M.; OLIVEIRA, M. E. F. Ultrasonographic characteristics of accessory sex glands and spectral Doppler indices of the internal iliac arteries in peri- and post-pubertal Dorper rams raised in a subtropical climate. **Animal Reproduction Science**, v. 184, p. 29–35, 2017.

COELHO, M.F.; CARDOSO, A.P.; SANTOS, P.B. **Ultrassonografia Doppler em andrologia**. Cadernos de Urologia do Hospital Fernando Fonseca, Amadora, Portugal, 1ed, 2008.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro, Brasil, Guanabara Koogan, 3ed, 2008.

DIAS, J.C.; ANDRADE, V.J.; MARTINS, J.A.M.; EMERICK, L.L.; VALE FILHO, V.R. Correlações genéticas e fenotípicas entre características reprodutivas e produtivas de touros da raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.1, p. 53-59, 2008.

FONSECA, V.O.; Avaliação reprodutiva de touros para monta a campo: análise crítica. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, suplemento, n. 6, p. 36-41, 2009.

GÁBOR, G.; SASSER, R. G.; KASTELIC, J. P.; MÉZES, M.; FALKAY, G.; BOZÓ, S.; VOLGYI CSÍK, J.; BÁRÁNY, I.; HIDAS, A.; SZÁSZ, F.; BOROS, G. Computer analysis of video and ultrasonographic images for evaluation of bull testes. **Theriogenology**, v. 50, n. 2, p. 223–228, 1998.

GALVANI, F.; COSTA, E.P.; TORRES, C.A.A.; BRUSCHI, J.H.; SANTOS, M.D.; PINHEIRO, R.W. Perímetro escrotal, características físicas do sêmen e morfológicas dos espermatozoides de touros Nelore de alta libido comparados com animais de libido inferior. **Revista ARS Veterinária**, v.16, n.2, p.97-103, 2000.

Garcia, S.M.L.; Fernández, C.G. **Embriologia**. Porto Alegre, Brasil, Artmed, 3ed, 2012.

GARTNER, L. P.; HIATT, J. L. **Tratado de histologia em cores**. Rio De Janeiro, Brasil, Guanabara Koogan, 2ed, 2003.

GONÇALVES, P.B.D.; FIGUEIREDO, J.R.; FREITAS, V.J.F. **Biotécnicas Aplicadas a Reprodução Animal**. São Paulo, Brasil, Roca, 2ed, 2014.

GRIFFIN, P.G.; GINTHER, O.J. Research applications of ultrasonic imaging in reproductive biology. **Journal of Animal Science**, v.70, p.953-972, 1992.

HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**. São Paulo, Brasil, Manole, 7ed, 2004.

HERBENER, T.E. Ultrasound in the assessment of the acute scrotum. **Journal of Clinical Ultrasound**, v.24, p. 405-421, 1996.

JENNINGS, R.; PREMANANDAN, C. **Veterinary Histology**. The Ohio State University, 2018.

LIMA, M. L. P.; NETO, L. M. B.; RAZOOK, A. G. O gado Caracu. **Revista dos Criadores**. Brasil, outubro, 1990; p. 28 – 30.

LUCHIARI FILHO, A. **Produção de carne bovina no Brasil, qualidade, quantidade ou ambas?**. II Simpósio sobre Desafios e Novas Tecnologias na Bovinocultura de Corte. Brasília – DF, 2006.

MERCADANTE, M.E.Z. Caracu, o Bos taurus brasileiro adaptado aos trópicos: experiências de um programa de seleção para peso ao sobreano. **Agrociencia**, v.9, n.1, p.485-494, 2005.

MIDDLETON, W. D.; KURTZ A. B.; HERTZBERG B. S. Ultra-som: os requisitos, 2a ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2005, 608p.

PASTORE, A.A.; TONIOLLO, G.H.; LOBO, R.B.; FERNADES, 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. *Revista ARS Veterinária*, v.24, n.2, p. 134-141, 2008.

PEIXOTO, G.C.X.; LIRA, R.A.; ALVES, N.D.; SILVA, A.R. Bases físicas da formação da imagem ultrassonográfica. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.4, n.1, p.15-24, 2010.

PORTUGAL, E.S. Termografia e ultrassonografia Doppler do plexo pampiniforme e termografia do escroto de touros: correlação com a qualidade do semen. . 80f. Tese de Doutorado em Medicina Veterinária – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP Jaboticabal, 2014.

RODRIGUES, T.O. Prospecção de genes relacionados com a resistência ao carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* em bovinos de corte. 96f. Dissertação de Mestrado em Zootecnia - – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP Jaboticabal, 2007.

SANTIAGO, A.A. O Zebu na Índia, Brasil e no mundo. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, p. 706, 1985.

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 submetidos a diferentes proporções touro:vaca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.4, p.497-503, 2004.

SCHURICH, M.; AIGNER, F.; FRAUSCHER, F.; PALLWEIN, L. The role of ultrasound in assessment of male fertility. **European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology**, v.144S, p. S192-S198, 2009.

SILVEIRA, T.S.; SIQUEIRA, J.B.; GUIMARÃES, S.E.F.; DE PAULA, T.A.R.; NETO, T.M.; GUIMARÃES, J.D. Maturação sexual e parâmetros reprodutivos em touros da raça Nelore criados em sistema extensivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3. p.503-511, 2010.

TROVO, J. B. F.; DUARTE, F. A. M. Levantamento de núcleos de criação de bovinos da raça Caracu no Brasil. **Zootecnia**, v.19, p.245-263, 1981.

VALLE, E.R.; ANDREOTTI, R.; THIAGO, L.R.L.S. Estratégias para aumento da eficiência reprodutiva e produtiva em bovinos de corte. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, doc. 71, p. 01-80, 1998.

WEBER, J.A.; HILT, C.J.; WOODS, G.L. Ultrasonographic appearance of bull accessory sex glands. **Theriogenology**, v.29, n.6, p. 1347-1355, 1988.

WOLF, F.R.; ALMQUIST, J.O.; HALE, E.B. Pre – puberal behaviour and puberal characteristics of beef bulls on high nutrient allowance. **Journal of Animal Science**, v.24, p. 761-765, 1965.

WOOD, M.M.; ROMINE, L.E.; LEE, Y.K.; RICHMAN, K.M.; O'BOYLE, M.K.; PAZ, D.A.; CHU, P.K.; PRETORIUS, D.H. Spectral Doppler signature waveforms in ultrasonography. **Ultrasound Quartely**, v.26, n.2, 2010.

CAPÍTULO 2 – Biometria e parâmetros ultrassonográficos de testículos, epidídimos e glândulas genitais acessórias em touros Nelore e Caracu em duas classes de idade

Resumo: O exame andrológico em bovinos reprodutores é de extrema importância para predição do potencial reprodutivo de touros. A ultrassonografia é uma ferramenta diagnóstica que pode fornecer importantes informações de forma não invasiva da integridade dos órgãos reprodutivos, no entanto, ainda vem sendo pouco aplicada na prática de avaliação de reprodutores. O objetivo do trabalho foi caracterizar e comparar parâmetros biométricos e atributos ultrassonográficos de testículos, epidídimos e glândulas genitais acessórias, bem como, índices vasculares das artérias testiculares e ilíacas internas de touros das raças Nelore (n=203) e Caracu (n=79), agrupados de acordo com as classes de idade (≤ 18 meses e > 18 meses). Os dados foram analisados pelo PROC MIXED do programa SAS ($p < 0,05$). O perímetro escrotal, comprimento testicular e medida dorsoventral da cauda do epidídimo foram diferentes entre animais ≤ 18 meses e > 18 meses nas raças Nelore e Caracu. A biometria das glândulas vesiculares, porção disseminada da próstata e medida craniocaudal das glândulas bulbouretrais apresentaram diferença entre raças. Houve diferença entre as idades para glândulas vesiculares, medidas dorsoventral e craniocaudal do corpo da próstata e próstata disseminada. Houve correlações significativas ($p < 0,05$) entre a biometria dos testículos, cauda dos epidídimos e glândulas genitais acessórias, exceto com o corpo da próstata. A intensidade de pixel do parênquima testicular diferiu entre raças e classes de idade. A ecogenicidade (valores de pixel médio) das glândulas vesiculares foi superior em Caracu, enquanto a heterogeneidade (desvio padrão de pixel) foi maior nos animais mais jovens. Os padrões de pixel da próstata foram diferentes nas duas porções (corpo e porção disseminada). A ecogenicidade das glândulas bulbouretrais foi superior para touros Nelore. Nelore e Caracu apresentaram diferenças nos índices de pulsatilidade (IP) e de resistência (IR) das artérias testiculares. Já o IP e IR das artérias ilíacas internas diferiram entre animais com ≤ 18 meses e > 18 meses. Em conclusão, características biométricas e de ecogenicidade e ecotextura dos parênquimas dos testículos, epidídimos e glândulas genitais acessórias sofrem

influência do grupo genético e classes de idade. A ultrassonografia é útil para medir e avaliar os órgãos do sistema reprodutor masculino e analisar o estágio do desenvolvimento reprodutivo de touros.

Palavras-chave: andrológico, bovinos, ecogenicidade, ecotextura, índices vasculares ultrassonografia

1. Introdução

A identificação da capacidade reprodutiva de touros proporciona definições de estratégias que podem aumentar a eficiência do rebanho (Fonseca, 2009). Portanto, a recomendação do exame andrológico para machos que compõem rebanhos em sistemas de cria é de realizar o exame andrológico antes do início da estação de monta, enquanto que para indivíduos doadores de sêmen, o monitoramento deve ser constante.

Na avaliação da higidez dos órgãos reprodutivos, as glândulas genitais acessórias são muitas vezes negligenciadas e, quando avaliadas em bovinos, é por meio de palpação retal e, indiretamente, pelo exame do fluído seminal (Camela et al., 2017). A ultrassonografia é uma ferramenta diagnóstica que vem sendo aplicada em grande escala na prática veterinária, por propiciar a investigação mais precisa da integridade dos órgãos e o acompanhamento de processos fisiológicos. Assim, oferece benefícios no diagnóstico de condições de funcionalidade e acompanhamento de transformações relacionadas ao desenvolvimento dos testículos e glândulas genitais acessórias (Camela et al., 2017; Griffin e Ginther, 1992; Abdel-Razek e Ali, 2005). Embora a ultrassonografia seja uma ferramenta de grande potencial na andrologia veterinária, especialmente para avaliação dos órgãos reprodutivos internos, como as glândulas genitais acessórias, ainda é pouco empregada. Acredita-se que a ampliação do uso desta ferramenta diagnóstica na avaliação dos órgãos do sistema reprodutor localizados na região pélvica seria possível a partir da caracterização ultrassonográfica destes órgãos quando os mesmos se apresentam em suas condições normais (Weber, Hilt e Woods, 1988). Estudos descritivos do emprego da ultrassonografia na avaliação das glândulas

genitais acessórias ainda são escassos nas diferentes espécies animais, não sendo diferente em bovinos. A determinação do padrão de normalidade destes órgãos reprodutivos por meio da avaliação ultrassonográfica poderá auxiliar técnicos a complementar a avaliação andrológica e como consequência interferir positivamente sobre a eficiência reprodutiva dos rebanhos.

Outra possibilidade de emprego da ultrassonografia na andrologia veterinária é para a avaliação da perfusão sanguínea testicular (Schurich et al., 2009) assim como de outras artérias, como as artérias ilíacas interna, que irrigam os órgãos reprodutivos localizados da região pélvica (Camela et al., 2017). Este recurso ultrassonográfico é uma forma de avaliação quantitativa de parâmetros como a velocidade e outros índices do fluxo sanguíneo no vaso estudado (Wood et al., 2010). Esta ferramenta oferece uma análise importante visto que a vascularização testicular é um fator relevante para a produção espermática, e o diagnóstico de padrões anormais no fluxo podem estar correlacionados com condições patológicas (Wood et al., 2010). Apesar da importância das artérias ilíacas internas na fisiologia das glândulas genitais acessórias (Bergh e Damber, 1993), na espécie bovina ainda não existem estudos que relatem os parâmetros vasculares desses vasos sanguíneos.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi caracterizar e comparar parâmetros biométricos e atributos ultrassonográficos dos testículos, epidídimos e glândulas genitais acessórias, bem como, índices Doppler espectral das artérias testiculares e ilíacas internas em touros das raças Nelore e Caracu, agrupados de acordo com a classe de idade ($\leq$ ou $>$ 18 meses).

2. Material e Métodos

Localização e caracterização da área

O trabalho foi realizado no Instituto de Zootecnia (Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Bovinos de Corte; situado a 21°10' de latitude sul e 48°5' de longitude oeste), município de Sertãozinho/SP/Brasil, no

período de outubro de 2016 a janeiro de 2017, e aprovado pelo comitê de ética da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP Jaboticabal sob o protocolo número 15.653/16. Os animais foram mantidos em sistema de piquetes rotacionados conforme a disponibilidade de forragem, com pastagem composta por capins do gênero *Brachiaria*, sendo disponibilizados sal mineral e água *ad libitum*.

Animais

Os animais foram classificados de acordo com a classe de idade segundo critério reprodutivo, uma vez que geralmente machos bovinos passam a ser utilizados como reprodutor a partir dos 18 meses de idade.

Machos bovinos das raças Nelore e Caracu foram agrupados de acordo com as classes de idade: (classe 1) animais com idade igual e/ou inferior a 18 meses, Nelore (n=137, $13,64 \pm 0,07$ meses de idade, e $339,01 \pm 4,80$ kg de peso vivo) e Caracu (n=42, $13,76 \pm 0,11$ meses, e $386,11 \pm 6,25$ kg); (classe 2) animais com idade superior a 18 meses, Nelore (n=66, $33,36 \pm 1,52$ meses, e $638,38 \pm 19,64$ kg); Caracu (n=37, $25,91 \pm 0,94$ meses, e $568,57 \pm 20,80$ kg).

Avaliações ultrassonográficas dos testículos, epidídimos e glândulas genitais acessórias

Avaliações ultrassonográficas modo-B e Doppler espectral foram realizadas utilizando equipamento ultrassonográfico portátil (Mindray Z5[®], Shenzhen, China) acoplado a um transdutor transretal linear na frequência de 7,5 MHz. Para a condução dos exames, os touros foram contidos em brete apropriado e mantidos em posição quadrupedal, sem a necessidade de emprego de sedação. Os exames iniciaram pela ultrassonografia dos testículos, epidídimos e índices vasculares das artérias testiculares, por via transcutânea na bolsa escrotal e região do cordão espermático, respectivamente. Em seguida foram realizadas as avaliações ultrassonográficas por via transretal das glândulas genitais acessórias (glândulas vesiculares, ampolas dos ductos deferentes, próstata e glândulas bulbouretrais) e

índices vasculares das artérias ilíacas internas. Todos os exames foram realizados por um único técnico qualificado, sempre focando na formação de imagens livres de artefatos, preconizando-se pela remoção de conteúdo fecal e uso abundante de gel. As configurações do equipamento ultrassonográfico (como, área de foco e ganho total) foram padronizadas e mantidas ao longo de todo o experimento. Após mapeamento ultrassonográfico dos órgãos, imagens digitais (bitmap) em resolução 768 x 576 pixel foram salvas, para que posteriormente fossem avaliados a ecotextura e ecogenicidade.

Dimensões

O perímetro escrotal (PE) foi obtido com auxílio de uma fita milimétrica, em sua maior dimensão. Os testículos e epidídimos, direito e esquerdo, foram medidos em seus comprimentos (dorsoventral) e diâmetros (médio-lateral), com auxílio de uma régua graduada. O volume testicular (V) foi calculado pela fórmula do cilindro, conforme Fields et al. (1979):

$V = 2 \{(R^2) \times \pi \times CT\}$, onde: R= raio (diâmetro/2), CT = comprimento testicular e $\pi = 3,14$.

A biometria das glândulas genitais acessórias foi realizada no próprio aparelho ultrassonográfico, em cortes que permitiam a visualização dos órgãos em suas maiores dimensões, quando também foi utilizada a função trapezoidal para ampliar a área de observação.

As glândulas vesiculares foram medidas na dimensão dorsoventral em três pontos (cranial, médio e caudal) e calculada a média, assim como a porção disseminada da próstata e as ampolas do ducto deferente, porém nesta última também foi calculada a dimensão do lúmen, quando presente.

Os tamanhos do corpo da próstata e das glândulas bulbouretrais foram calculados nas dimensões dorsoventral e craniocaudal. Para todas as medidas de estruturas pares (esquerda e direita) foram calculadas posteriormente suas médias.

Análise de ecotextura e ecogenicidade

As imagens ultrassonográficas foram analisadas com auxílio do *software* Image Pro Plus 7.0TM (Media Cybernetics Inc., San Diego, CA, USA) com valores numéricos de pixel em escala de cinza de 0 (preto absoluto) a 255 (branco absoluto). Foram obtidos os valores médios de pixel (ecogenicidade), heterogeneidade de pixel (desvio padrão dos valores médios de pixel) e valores de intensidade de pixel mínimo e máximo em regiões circulares de interesse distribuídas pelo parênquima dos órgãos. O tamanho e número das regiões de interesse foram definidos conforme o formato e tamanhos dos órgãos. Para as glândulas genitais acessórias foi avaliado a maior área possível da imagem salva, e para as imagens de testículos foi utilizada a metodologia descrita por Ahmadi et al. (2013). A heterogeneidade do parênquima testicular foi também classificada quanto a presença ou ausência de áreas hiperecogênicas.

Índices do fluxo arterial

Os índices vasculares das artérias testiculares e ilíacas internas foram obtidos por meio da ultrassonografia modo-Doppler espectral, determinando-se o índice de pulsatilidade (IP), índice de resistência (IR), pico de velocidade sistólica (PVS), e velocidade diastólica final (VDF). O caliper foi posicionado na área central do lúmen dos vasos de forma a abranger no mínimo 2/3 do diâmetro dos mesmos, e o ângulo de insonação foi ajustado para $<60^\circ$. Obtendo o traçado da curva espectral do fluxo sanguíneo e em seguida, os índices vasculares. Calculou-se a média dos índices das artérias esquerda e direita.

Análise estatística

Os dados foram analisados pelo PROC MIXED (SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA). No modelo foram incluídos os efeitos fixos de raça e classe de idade e a interação entre estes dois efeitos.

Para a ocorrência ou não de fibrose, a distribuição padrão usada para análise deste tipo de dados (0 e 1) é a distribuição Binomial, que é um caso particular de Modelos Lineares Generalizados. A análise desta variável foi realizada pelo modelo logístico PROC GENMOD (SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA).

Os dados de biometria dos testículos, epidídimos, glândulas genitais acessórias, parâmetros vasculares, e características de pixels foram analisados pelo PROC CORR (correlação de Pearson) do programa SAS.

Foram apresentados os dados em média e erro padrão da média e a diferença mínima significativa foi considerada ao nível de 5% de probabilidade.

3. Resultados

A biometria escroto-testicular, dos epidídimos e glândulas genitais acessórias está apresentada na Tabela 1 e 2. Houve interação entre os efeitos raça e classes de idade para a biometria testicular e da cauda do epidídimo. O perímetro escrotal e comprimento testicular na categoria de animais ≤ 18 meses e na categoria de animais >18 meses foram maiores em animais Caracu, em relação aos touros Nelore. O perímetro escrotal foi maior para touros Nelore com idade superior a 18 meses quando comparado com animais mais jovens da mesma raça. Os touros Caracu ≤ 18 meses não apresentaram diferença no diâmetro e volume testiculares em relação aos > 18 meses. E as medidas dorsoventral e médio-lateral da cauda dos epidídimos foram diferentes entre ambas as raças e idades.

Para as medidas das glândulas genitais acessórias, interação entre raças e classes de idade foi detectada para as medidas das ampolas dos ductos deferentes, lúmen das ampolas e medida dorsoventral das glândulas bulbouretrais. As demais medidas das glândulas genitais acessórias não tiveram efeito de interação. As biometrias das glândulas vesiculares ($p=0,0001$), próstata disseminada ($p=0,0071$) e bulbouretrais (craniocaudal) ($p=0,0001$) foram superiores para os touros Caracu em relação aos Nelore. Efeito da idade foi observado para medidas de glândulas vesiculares ($p=0,0001$), corpo da próstata (dorsoventral $p=0,0001$; craniocaudal $p=0,0002$) e próstata disseminada ($p=0,0093$) (Tabela 1 e 2).

As medidas escroto-testiculares foram positivamente correlacionadas entre si, assim como, as biometrias das glândulas genitais acessórias tiveram correlação positiva com as escroto-testiculares, exceto a medida craniocaudal do corpo da próstata (Tabela 3).

Os atributos ultrassonográficos dos parênquimas dos testículos, epidídimos e glândulas genitais acessórias estão apresentados nas Tabelas 4 e 5. Não houve interação para as variáveis média, mínimo, máximo e desvio padrão de pixel dos testículos, sendo os maiores ($p < 0,05$) valores detectados para os animais Nelore e para aqueles mais jovens. O valor mínimo de pixel da cauda do epidídimo foi superior ($p = 0,0001$) para os touros Caracu em relação aos Nelore.

Uma porcentagem (8,15%, 23/282) dos animais apresentaram pontos hiperecogênicos no parênquima testicular, sendo nove animais Nelore da ≤ 18 meses e três > 18 meses, sete Caracu da categoria de animais mais jovens e quatro da categoria de animais > 18 meses.

Os valores médio, mínimo e máximo de pixel das glândulas vesiculares foram superiores ($p < 0,05$) em Caracu, enquanto os valores médio, máximo e desvio padrão de pixel foram maiores ($p < 0,05$) para os animais ≤ 18 meses. Para as ampolas dos ductos deferentes, houve interação entre os efeitos de raça e classes de idade nos valores de pixel do parênquima e lúmen. Os padrões de pixel da próstata foram diferentes nas duas porções (corpo e porção disseminada) e houve interação entre efeitos de raça e idade na média e máximo de pixel para ambas as porções e no mínimo de pixel do corpo da próstata. Para as glândulas bulbouretrais não houve interação e diferenças foram registradas entre as raças, sendo superior ($p < 0,05$) para touros Nelore.

Os resultados dos parâmetros vasculares da artéria testicular e artéria ilíaca interna estão apresentados na Tabela 6. Houve interação entre os efeitos raça e classe de idade apenas para a velocidade diastólica final da artéria testicular. Os índices de pulsatilidade e de resistência da artéria testicular foram maiores para animais Nelore em relação aos Caracu. Para a artéria ilíaca interna, os índices de pulsatilidade e de resistência diferiram entre as idades, sendo inferior para os animais com idade > 18 meses. A velocidade diastólica final da artéria testicular foi superior ($p = 0,04$) para os touros Caracu com > 18 meses ($13,35 \pm 1,13$) quando

comparado com animais Caracu ≤ 18 meses ($7,98 \pm 1,03$), Nelore ≤ 18 meses ($6,61 \pm 0,57$) e Nelore > 18 meses ($8,24 \pm 0,83$).

4. Discussão

A biometria testicular é uma forma de predizer a produção espermática, visto que são características intimamente relacionadas, e entre elas, a medida testicular mais comum é o perímetro escrotal (PE) (Kastelic, 2014). A compreensão do formato dos testículos mais alongado em *Bos taurus indicus* é importante, pois justifica o perímetro escrotal menor nesses animais quando comparado com *Bos taurus taurus* da mesma idade (Brito et al., 2004b). A informação pôde ser confirmada no presente estudo, quando o PE diferiu entre animais Nelore e Caracu nas duas classes de idade. Brito et al. (2002a) afirmaram que tanto o grupo genético quanto a idade afetam as características testiculares, corroborando com o presente estudo, no qual machos com idade superior a 18 meses tiveram maior PE que os animais com idade inferior, independentemente da raça. Além disso, animais *Bos taurus indicus* apresentam menor PE à puberdade, pois o desenvolvimento corporal e sexual é mais lento quando comparado a *Bos taurus taurus* (Brito et al., 2004a; Brito et al., 2002a). O menor PE em touros Nelore em relação aos animais Caracu, considerando a mesma classe de idade pode ser justificado pelo fato de que animais zebuínos apresentam puberdade tardia quando comparado com animais europeus. O aumento testicular ocorre em função do aumento do diâmetro e comprimento dos túbulos seminíferos, proliferação e diferenciação das células germinativas e o aparecimento de espermatozoides maduros no ejaculado (Rawlings et al., 2008). Em geral, medidas maiores de PE estão associadas a puberdade precoce (Kastelic, 2014).

No entanto, Elmore, Bierschwal e Youngquist (1976) em estudo com touros de raças europeias (Angus, Charolês e Hereford) com idade entre 14 e 36 não encontraram diferenças significativas do PE em função da idade do animal, provavelmente pelo fato de animais *Bos taurus taurus* serem mais precoces e portanto os touros mais jovens possivelmente estarem com desenvolvimento

testicular completo. Os autores também não encontraram diferenças no PE entre as raças estudadas, podendo ser justificado por pertencerem ao mesmo grupo genético.

Para que um touro seja considerado no exame andrológico um reprodutor com índice satisfatório é necessário que medidas como o PE estejam dentro de uma faixa considerada normal de acordo com a idade e grupo racial do animal. Neste contexto, segundo o manual do Colégio Brasileiro de Reprodução (2013), o PE preconizado para machos Nelore com idade entre 12 e 18 meses varia de 22,5 a 28,5 cm, já os touros da mesma raça com idade entre 19 e 60 meses apresentam PE de 30,7 a 35,1 cm. Considerando esses valores como referência, os animais Nelore ≤ 18 meses e > 18 meses no presente estudo se enquadram nas medidas recomendadas. Para raças *Bos taurus taurus*, como Angus, Charolês e Hereford, é indicado que animais com idade entre 14 e 36 meses tenham pelo menos 32 cm de PE, para que sejam considerados aptos na avaliação andrológica (Elmore, Bierschwal e Youngquist, 1976); o valor de referência também aponta como satisfatório o desenvolvimento testicular dos touros Caracu do presente estudo.

A massa testicular pode ser predita indiretamente pelo PE (Abdel-Razek e Ali, 2005), como visto no presente estudo, animais da raça Nelore que apresentaram maior PE também possuíam volume testicular superior. O PE apresentou correlação alta com o comprimento, diâmetro e volume testiculares ($r > 0,70$), corroborando com os achados de Cartee et al. (1989). Quando se avalia o volume testicular e se subtrai o efeito do formato que diferiu entre os grupos genéticos, é possível observar que ainda assim os touros Nelore tinham testículos menores em relação aos Caracu, para o mesmo grupo de idade (≤ 18 meses). Entretanto, esta diferença não foi observada entre os animais das duas raças com mais de 18 meses. Os achados são justificados pela puberdade mais tardia nos Nelore, entretanto, ao adquirir a maturidade sexual esta diferença é suprimida. Além disso, a ocorrência de puberdade mais precoce nos touros Caracu pode também ser a justificativa para a ausência de diferença no volume testicular entre as duas classes de idade. Touros Caracu têm desenvolvimento testicular mais precoce, indicando que seu uso como

reprodutores pode ser antes dos 18 meses; ponto de corte utilizado no presente estudo em função da introdução dos animais em manejo reprodutivo.

Os epidídimos seguem um padrão de crescimento similar aos testículos, lento inicialmente e aumentando rapidamente conforme o avanço da idade (Macmillan e Hafs, 1969), corroborando com os dados do presente estudo, o qual encontrou medidas superiores da cauda do epidídimo nos animais Nelore mais velhos quando comparado com animais jovens da mesma raça. Em touros Caracu, observou-se o mesmo padrão de diferença entre as idades apenas para a dimensão dorsoventral, enquanto a medida médio-lateral foi similar entre as idades. A explicação possivelmente está relacionada a maturidade sexual mais precoce em Caracu. Neste contexto, a biometria dos testículos e epidídimos é de grande importância no exame andrológico, uma vez que vinculado as outras etapas do exame, podem fornecer ao técnico responsável uma indicação da capacidade momentânea de produção espermática do reprodutor, bem como da qualidade do sêmen (Elmore, Bierschwal e Youngquist, 1976).

As glândulas vesiculares podem ser utilizadas como primeira referência na varredura ultrassonográfica dos machos, visto sua localização dorsolaterais à vesícula urinária e cranial à próstata (Camela et al., 2017). São lobuladas em ruminantes conferindo o contorno irregular e contém um número variável de vesículas com líquido ao longo do tecido glandular (Camela et al., 2017; Hafez e Hafez, 2004). A taxa de crescimento da glândula vesicular é extremamente dependente de andrógenos (Rocha et al., 1994). Em animais da raça Hereford o aumento da secreção de testosterona observado após as 26 semanas de idade, refletiu em ligeira taxa de crescimento da glândula vesicular (Chandolia et al., 1997). Em touros *Bos taurus taurus* de 1 a 6 anos de idade foi encontrado diâmetro máximo de 1,74 centímetros (Weber, Hilt e Woods, 1988). No presente estudo foram observadas medidas dorsoventral das glândulas vesiculares pouco abaixo do mencionado, Nelore (1,15 cm), Caracu (1,48 cm), animais com ≤ 18 meses (1,19 cm) e animais com > 18 meses (1,45 cm). Pela impossibilidade de visibilizar, em muitos animais, a glândula vesicular em sua totalidade em um único corte ultrassonográfico não foi exequível obter a medida craniocaudal de forma confiável;

o mesmo ocorreu para as ampolas do ducto deferente e porção disseminada da próstata. Entretanto, pela medida dorsoventral foi possível indicar que há aumento das glândulas vesiculares de acordo com o desenvolvimento sexual do animal e ainda que o grupo racial determina diferenças na biometria deste órgão.

Em posição medial no vértice interno do ângulo formado pelas glândulas vesiculares (Weber, Hilt e Woods, 1988), foi possível identificar as ampolas do ducto deferente, de formato longilíneo e irregular. As ampolas têm função de armazenamento de espermatozoides antes da ejaculação, e contribuem com a produção de líquido para formação do sêmen (Gonçalves, Figueiredo e Freitas, 2014; Weber, Hilt e Woods, 1988); por estes motivos foi observada presença de lúmen anecóico, de formato também irregular. A presença de lúmen no interior das ampolas foi detectada em 104 animais (36,87%) do presente estudo, porém vale ressaltar que a não identificação do lúmen pode estar relacionado a ejaculação recente, possivelmente em função do comportamento de sodomia dos touros (Miranda Neto et al., 2011). As medidas dorsoventrais das ampolas foram maiores em touros Caracu, e entre os Nelore os animais ≤ 18 meses tiveram a medida menor. A dimensão do lúmen entre os animais que o apresentavam foi maior para touros Nelore com mais de 18 meses. Esta biometria foi feita com objetivo de caracterização completa dos órgãos pélvicos reprodutivos dos touros, entretanto, como já relatado a quantidade de espermatozoides armazenados possivelmente deve regular o grau de distensão do lúmen.

Para a próstata, foi constatada a presença de duas porções, corpo e porção disseminada. Esta última porção é encontrada ao longo da uretra pélvica, desde a vesícula urinária até as glândulas bulbouretrais, como observado em carneiros (Camela et al., 2017). Segundo Abdel-Razek e Ali (2005), a taxa de crescimento tanto do corpo da próstata como da porção disseminada é rápida até os 12 meses de idade do animal, e posteriormente diminui para um crescimento mais lento. Chandolia et al. (1997) registraram aumento constante da próstata disseminada entre duas e 46 semanas de idade em bovinos. No presente estudo, as medidas dorsoventral e craniocaudal do corpo da próstata indicaram mudança de formato em relação aos grupos de idade estudados; mais ovoide para animais ≤ 18 meses. A

porção disseminada da próstata foi maior em machos Caracu, e ainda, mostrando aumento conforme aumenta a idade.

As glândulas bulbouretrais, responsáveis pela produção de fluido seminal, estão localizadas caudalmente à vesícula urinária, são ovoides, podendo ainda ser visibilizadas no exame ultrassonográfico em formato oval achatado a circular devido as contrações rítmicas do músculo bulboesponjoso (Weber, Hilt e Woods, 1988). Esta pode ser uma explicação para o comportamento distinto entre os grupos para as medidas dorsoventral e craniocaudal. Elas têm altura (dorsoventral) de 1,48 centímetros e largura (craniocaudal) de 1,64 centímetros (Weber, Hilt e Woods, 1988), semelhantes aos resultados obtidos no presente estudo.

A biometria das glândulas genitais acessórias (exceto a medida craniocaudal do corpo da próstata) foram positivamente correlacionadas com as dimensões dos testículos e epidídimos, o que parece ser explicado pelo fato da taxa de crescimento destes órgãos ser também andrógeno dependente. A di-hidrotestosterona (DHT) é considerada o andrógeno primário da próstata, devido à sua maior afinidade pelos receptores de andrógeno em relação à testosterona, embora a testosterona possa mediar efeitos semelhantes (Macmillan e Hafs, 1969; Chandolia et al., 1997; Hafez e Hafez, 2004). Portanto, o crescimento das glândulas genitais acessórias parece estar vinculado ao crescimento dos testículos e produção de andrógenos.

O parênquima testicular em sua forma normal é homogêneo, com ecogenicidade moderada e o mediastino em corte transversal se apresenta como um ponto hiperecogênico ao meio (Figura 1) (Abdel-Razek e Ali, 2005; Cardilli et al., 2010). O exame ultrassonográfico do parênquima testicular complementar ao exame andrológico pode ser um método não-invasivo de determinar o estágio de maturidade testicular nos machos em desenvolvimento. Isto porque, uma maior ecogenicidade pode ser observada durante a fase mais ativa do desenvolvimento testicular, período em que há elevação na secreção de testosterona, aumento no diâmetro dos túbulos seminíferos e crescimento testicular rápido (Evans et al., 1996). Da mesma forma, Ahmad et al. (2011) observaram que a ecogenicidade do parênquima testicular aumentou até os 24 meses e estabilizou a medida que a idade do touro aumentou. Os autores também relataram que somente a partir dos 25

meses de idade os animais produziram sêmen regularmente. Portanto, a ecogenicidade menor observada no presente estudo em animais >18 meses parece ser devido a produção de fluídos nos testículos. No mesmo sentido, a maior ecogenicidade registrada para animais Nelore em relação aos Caracu provavelmente é devido a diferença na precocidade sexual entre as raças, uma vez que a maioria dos animais Nelore pode estar em desenvolvimento sexual, visto que são mais tardios.

As características de heterogeneidade (ecotextura – desvio padrão de pixel) do parênquima testicular se devem principalmente a morfologia e histologia dos túbulos seminíferos, principalmente por conta da presença e acúmulo de espermatozoides no compartimento luminal dos túbulos, podendo também ser consequência das alterações histofisiológicas no tecido intersticial, em função da abundante concentração de testosterona produzida pelas células de Leydig (Giffin et al., 2009). Gábor et al. (1998) observaram que a ecotextura testicular foi altamente correlacionada com a área dos túbulos seminíferos, indicando assim que a imagem ultrassonográfica dos testículos tem bom potencial para avaliação da função testicular. Assim como observado para a ecogenicidade, a ecotextura também diferiu entre as raças e classes de idade, possivelmente em virtude de sua relação com a atividade testicular maior nos animais maduros.

A cauda do epidídimo se apresenta como estrutura triangular característica (Abdel-Razek e Ali, 2005), facilmente destacada do parênquima testicular por uma borda e pela diminuição de ecogenicidade em relação aos testículos (Pechman e Eilts, 1987), o que também foi observado no presente estudo. Esta é a porção do epidídimo mais facilmente avaliada no exame andrológico convencional por meio de palpação e dada sua função de armazenamento de espermatozoides, a avaliação ultrassonográfica pode fornecer informações relevantes na determinação da capacidade reprodutiva dos touros. A ecogenicidade da cauda do epidídimo foi maior em touros Caracu com >18 meses quando comparado com os Nelore da mesma classe de idade, o que provavelmente se justifica pelo período de desenvolvimento reprodutivo mais acelerado em animais *Bos taurus taurus*, levando

a um desenvolvimento do epitélio epididimal mais cedo (Macmillan e Hafs, 1969), em comparação com animais *Bos taurus indicus*.

No entanto, animais Nelore ≤ 18 meses tiveram a cauda do epidídimo mais heterogênea que animais > 18 meses Nelore e Caracu ≤ 18 meses, provavelmente devido o desenvolvimento sexual mais tardio dos machos Nelore e alterações nas células epiteliais do epidídimo (Abdel-Raouf, 1960).

Foram registrados, embora em um baixo percentual de animais, pontos hiperecogênicos no parênquima testicular, principalmente em touros com ≤ 18 meses. É comum em animais jovens essas áreas hiperecogênicas, porém, este atributo não está ligado a uma redução da qualidade seminal (Kastelic e Brito, 2012; Barth et al., 2008). Em humanos frequentemente são observados esses pontos que correspondem a calcificações intratesticulares sem significado patológico (Coelho, Cardoso e Santos, 2008). No entanto, processos infecciosos, termorregulação testicular anormal e processos traumáticos são também algumas das possibilidades de causa de pontos hiperecogênicos (Barth et al., 2008). Mesmo touros com lesões intratesticulares graves podem produzir sêmen morfologicamente normal (Kastelic e Brito, 2012; Barth et al., 2008), a depender da extensão da região afetada.

Todas as glândulas genitais acessórias dos bovinos foram facilmente localizadas e examinadas por meio da ultrassonografia no presente estudo (Figura 2). As glândulas vesiculares possuem epitélio com células secretoras sobre uma camada descontínua de células basais (Prins e Lindgren, 2014). No presente estudo, foi registrada maior ecogenicidade nas glândulas vesiculares de touros com ≤ 18 meses. É possível que essa categoria animal não tenha atingido ainda a capacidade de secreção completa da glândula, uma vez que quando totalmente maduras elas possuem pequenas vesículas de armazenamento de plasma seminal disperso no parênquima, o que pode fazer com que a ecogenicidade da glândula seja menor em animais mais velhos (Camela et al., 2017). A ecotextura das glândulas vesiculares revelou parênquima glandular mais heterogêneo nos animais jovens, embora fosse esperada maior heterogeneidade em animais mais velhos, devido a maior produção de fluídos. Possivelmente a fase de proliferação celular no tecido glandular em virtude da fase de desenvolvimento sexual nos animais jovens

determinou a maior heterogeneidade do parênquima nessa categoria (Chandolia et al., 1997).

Para as ampolas dos ductos deferentes, a ecogenicidade e ecotextura foram menores nos touros Nelore com ≤ 18 meses, demonstrando mais uma vez imaturidade sexual nessa categoria, já que as ampolas são responsáveis pelo armazenamento de espermatozoides (Weber, Hilt e Woods, 1988). Da mesma forma, as características ultrassonográficas do lúmen das ampolas apresentaram diferenças principalmente entre as classes de idades nos animais Nelore. A presença de espermatozoides aumenta a densidade do lúmen, fazendo com que a intensidade de pixel seja maior nos animais com idade superior a 18 meses.

O epitélio da porção disseminada da próstata é semelhante ao das glândulas vesiculares (Prins e Lindgren, 2014), com produção e acúmulo de fluido (Chandolia et al., 1997) podendo justificar os valores médios de pixel menores em animais com > 18 meses Nelore, os quais provavelmente possuem capacidade de secreção completa. No entanto, era esperado que touros Caracu com > 18 meses apresentassem o mesmo padrão de ecogenicidade da porção disseminada da próstata que os touros Nelore da mesma classe de idade, o que não ocorreu. As características observadas para o corpo da próstata diferiram daquelas registradas para a porção disseminada, quando a ecogenicidade do corpo da próstata foi menor para animais Nelore com ≤ 18 meses. Pode-se sugerir que haja tipos de secreção distintos para cada porção da próstata. Em humanos, por exemplo, os lóbulos prostáticos possuem secreções específicas (Prins e Lindgren, 2014).

As glândulas bulbouretrais assim como as demais glândulas genitais acessórias são responsáveis pela produção de fluido seminal. Tanto os padrões de ecogenicidade, quanto a ecotextura das bulbouretrais foram menores nos touros Caracu, possivelmente devido as diferenças no desenvolvimento e precocidade sexual, já que animais Caracu provavelmente estavam com a função de produção das glândulas mais completa mesmo entre os animais mais jovens. Brito et al. (2002b) observaram diferença no volume ejaculado de animais *Bos taurus indicus* (6,7 mL) e *Bos taurus taurus* (8,2 mL), o que pode explicar o porquê animais Caracu possuem ecogenicidade menor das glândulas, pois produzem maior quantidade de

fluido para compor o sêmen; por o fluido ser anecóico, faz com que a ecogenicidade seja menor.

O aporte sanguíneo para os testículos e glândulas genitais acessórias, por meio das artérias testiculares e artéria ilíaca interna, respectivamente, é de grande importância para a funcionalidade destes órgãos (Camela et al., 2017), assim como a avaliação da perfusão sanguínea é fundamental para o diagnóstico de condições normais e anormais no fluxo (Wood et al., 2010). Apesar da importância mencionada, em nosso conhecimento, este é o primeiro registro dos índices dopplervelocimétricos das artérias testiculares e ilíacas internas de bovinos em condição fisiológica.

O padrão de ondas da artéria testicular dos touros estudados revelou ser monofásico, de baixa resistência e pulsatilidade, com um fluxo sistólico lento seguido por longa e descrente diástole e alta velocidade diastólica final. Similar comportamento foi reportado em cães (Zelli et al., 2013) e carneiros (Camela, 2015), enquanto em garanhões usualmente foi registrado padrão bifásico com clara distinção entre os picos sistólicos e diastólicos (Pozor e McDonnell, 2004). A artéria testicular é responsável pelo fornecimento de sangue necessário para os processos metabólicos dos testículos e produção espermática, uma diminuição no fluxo sanguíneo prejudicará os estágios iniciais da espermatogênese (Hafez e Hafez, 2004; Zelli et al., 2013). Os índices de pulsatilidade (IP) e de resistência (IR) são parâmetros confiáveis para mensuração do fluxo sanguíneo intratesticular e capazes de identificar machos subfêrteis, uma vez que o IP quantifica a pulsatilidade e oscilações da onda e o IR reflete a resistência ao fluxo sanguíneo pelo leito microvascular (Zelli et al., 2013). Alterações na perfusão sanguínea testicular culminam em aumento nos valores de IR (Schurich et al., 2009). Foi relatado que cães com afecções como orquite, criptorquidismo, epididimite e tumores testiculares possuem valores de IP e IR aumentados (Bumin et al., 2007). Assim como, em humanos, o IR da artéria testicular maior que 0,6 sugere a ocorrência de espermatozoides patológicos ao exame andrológico (Pinggera et al., 2008). No presente estudo os animais apresentaram valores de IR variando de 0,39 a 0,51, sugerindo a normalidade.

Os resultados de IP e IR da artéria testicular no presente estudo mostraram menores valores em touros Caracu quando comparado com os Nelore, o que pode ser justificado pela relação entre tamanho testicular e a necessidade de perfusão sanguínea. Os animais taurinos demonstraram ter desenvolvimento testicular mais precoce, visto pelo volume testicular, sugerindo a necessidade de maior perfusão sanguínea mesmo entre os animais mais jovens. A velocidade diastólica final (VDF) maior registrada nos touros Caracu com > 18 meses possivelmente se dá pelo fato desses animais precisarem de aporte sanguíneo com maior velocidade para atingir todo o tecido testicular, uma vez que a vascularização inicia dorsalmente, por meio do plexo pampiniforme e o comprimento dos testículos foi superior nessa categoria.

O padrão de onda do fluxo das artérias ilíacas internas dos touros foi distinto do registrado para as artérias testiculares, mostrando na maioria das vezes ser bifásico, com índice de resistência baixo, alto pico sistólico e alta velocidade diastólica final. Além do padrão bifásico que o diferencia do fluxo das artérias testiculares, os valores médios para o índice de pulsatilidade foram maiores nas artérias ilíacas internas (~ 1,52 vs. 0,64). A única descrição do fluxo das artérias ilíacas internas em ruminantes é em carneiros e embora tenha mostrado padrão monofásico, as demais características se assemelham aos dos touros estudados, inclusive para os valores de IP (PSV: $0,17 \pm 0,10$ mm/s; EDV: $0,04 \pm 0,02$ mm/s; RI: $0,75 \pm 0,10$; e PI: $1,89 \pm 0,66$; Camela et al., 2017). No presente estudo, o IP e IR das artérias ilíacas internas apresentaram diferença apenas entre as classes de idade, quando foram inferiores para os animais > 18 meses. A explicação parece estar relacionada a maior necessidade de perfusão sanguínea nos animais mais velhos, provavelmente em virtude de apresentarem glândulas genitais acessórias com capacidade de produção completa. O IR menor indica maior velocidade no fluxo sanguíneo e estruturas com maior metabolismo (Wood et al., 2010; Carvalho, Chammas e Cerri, 2008). Diante da discussão dos parâmetros de fluxo, é importante considerar que a interpretação do conjunto de variáveis do fluxo sanguíneo é que indica as condições de aporte sanguíneo em determinada região ou órgão. Ademais, os resultados obtidos no presente estudo possibilitaram a caracterização do padrão de fluxo das artérias de importância reprodutiva em machos bovinos e suas diferenças entre os grupos genéticos e classes de idade.

5. Conclusão

Características biométricas e de atributos ultrassonográficos (ecogenicidade e ecotextura dos parênquimas) dos testículos, epidídimos e glândulas genitais acessórias sofrem influência do grupo genético (raças) e da idade do animal. A ultrassonografia é útil para medir e avaliar os órgãos do sistema reprodutor masculino e analisar o estágio do desenvolvimento reprodutivo de touros. Desta forma, o presente estudo serve como referência de parâmetros normais das características reprodutivas de machos da espécie bovina na rotina das avaliações andrológicas. O conjunto de índices do fluxo sanguíneo das artérias testiculares e ilíacas internas parece ter relação direta com a atividade funcional, formato e tamanho testicular.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Apta Bovino de Corte – Instituto de Zootecnia de Sertãozinho, São Paulo, Brasil, pela concessão dos animais e da estrutura para realização do estudo e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

CONFLITO DE INTERESSE

Nenhum dos autores tem conflito de interesse a declarar.

REFERÊNCIAS

- Abdel-Raouf M (1960) The postnatal development of the reproductive organs in bulls with special reference to puberty. **Acta Endocrinologica** 34:1-109.
- Abdel-Razek AK, Ali A (2005) Developmental changes of bull (*Bos taurus*) genitalia as evaluated by caliper and ultrasonography. **Reproduction Domestic Animals** 40:23-27.
- Ahmad E, Ahmad N, Naseer Z, Aleem M, Khan MS, Ashiq M, Younis M (2011) Relationship of age to body weight, scrotal circumference, testicular ultrasonograms, and semen quality in Sahiwal bulls. **Tropical Animal Health and Production** 43:159–164.
- Ahmadi B, Mirshahi A, Giffin J, Oliveira MEF, Gaoa L, Hahnel A, Bartlewski PM (2013) Preliminary assessment of the quantitative relationships between testicular tissue composition and ultrasonographic image attributes in the RAM. **The Veterinary Journal** 198:282-285.
- Alfaro CEP (2011) Importância da avaliação andrológica na seleção de reprodutores a campo. **Revista Brasileira de Reprodução Animal** 35:152-153.
- Amann RP (1983) Endocrine changes associated with onset of spermatogenesis in Holstein bulls, **Journal Dairy Science** 66:2606-2622.
- Barth, AD, Alisio L, Avilés M, Arteaga AA, Campbell JR, Hendrick SH (2008) Fibrotic lesions in the testis of bulls and relationship to semen quality. **Animal Reproduction Science** 106:274–288.
- Bergh A, Damber JE (1993) Vascular controls in testicular physiology. **Molecular Biology of the Male Reproductive System**. New York: In: de Kretser, D.M. (Ed.) p.439–468.
- Brito LFC, Silva AEDF, Unanian MM, Dode MAN, Barbosa RT, Kastelic JP (2004a) Sexual development in early- and late-maturing *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred bulls in Brazil. **Theriogenology** 62:1198–1217.
- Brito LFC, Silva AEDF, Barbosa RT, Kastelic JP (2004b) 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** 61:511–528.

Brito LFC, Silva AEDF, Rodrigues LH, Vieira FV, Deragon LAG, Kastelic JP (2002a) Effects of age and genetic group on characteristic of scrotum, testis and testicular vascular cone and on sperm production and semen quality of AI bulls in Brazil. **Theriogenology** 58:1175–1186.

Brito LFC, Silva AEDF, Rodrigues LH, Vieira FV, Deragon LAG, Kastelic JP (2002b) Effects of environmental factors , age and genotype on sperm production and semen quality in *Bos indicus* and *Bos taurus* AI bulls in Brazil. **Animal Reproduction Science** 70:181–190.

Bumin A, Kaya M, Kaya Ü, Kibar M, Alkan Z (2007) Gray-scale, colour and power Doppler sonography of scrotal disorders in dogs. **Revue Méd Vét** 158:128-133.
Camela, ESC (2015) **Ultrassonografia de glândulas genitais acessórias em carneiros da raça Dorper – caracterização e correlações reprodutivas**. 78f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) –Unesp, Jaboticabal.

Camela ESC, Nociti RP, Santos, VJC, Macente BI, Maciel GS, Feliciano MAR, Vicente WRR, Gill I, Bartlewski PM, Oliveira MEF. Ultrasonographic characteristics of accessory sex glands and spectral Doppler indices of the internal iliac arteries in peri- and post-pubertal Dorper rams raised in a subtropical climate. **Animal Reproduction Science** 184:29–35.

Cardilli DJ, Toniollo GH, Pastore AA, Canola JC, Mercadante MEZ, Oliveira JA (2010) Padrão Ultrassonográfico Do Parênquima, Mediastino E Túnicas Testiculares Em Bovinos Jovens Da Raça Nelore. **Ciência Animal Brasileira** 11:899–905.

Cartee RE, Gray BW, Powe TA, Hudson RS, Whitesides J (1989) Preliminary implications of B-mode ultrasonography of the testicles of beef bulls with normal breeding soundness examinations. **Theriogenology** 31:1149–1157.

Carvalho CF, Chammas MC, Cerri, GG (2008) Princípios físicos do Doppler em ultrassonografia. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 872–879, 2008.

Chandolia RK, Honaramooz A, Omeke BC, Pierson R, Beard AP, Rawlings NC (1997) Assessment of development of the testes and accessory glands by ultrasonography in bull calves and associated endocrine changes. **Theriogenology** 48:119–132.

Coelho MF, Cardoso AP, Santos PB (2008) **Ultrassonografia Doppler em andrologia**. Portugal: Cadernos de Urologia do Hospital Fernando Fonseca, 106p.

Colégio Brasileiro De Reprodução Animal – CBRA (2013) **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. Belo Horizonte: CBRA, p.91.

Curtis SK, Amann RP (1981) Testicular development and establishment of spermatogenesis in Holstein bulls. **Journal Animal Science** 53:1645-1657.

Elmore RG, Bierschwal CJ, Youngquist RS (1976) Scrotal circumference measurements in 764 beef bulls. **Theriogenology** 6:485–494.

Evans ACO, Pierson RA, Garcia A, Mcdougall LM, Hrudka F, Rawlings NC (1996) Changes in circulating hormone concentrations, testes histology and testes ultrasonography during sexual maturation in beef bulls. **Theriogenology** 46:345–357.

Fields MJ, Burns WC, Warnick AC (1979) Age, season and semen traits in young beef bulls. **Journal of Animal Science** 48:1299-1304.

Fonseca VO (2009) Avaliação reprodutiva de touros para monta a campo: análise crítica. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, supl 6:36-41.

Gábor G, Sasser RG, Kastelic JP, Mézes M, Falkay G, Bozó S, Volgyi Csík J, Bárány I, Hidas A, Szász F, Boros G (1998) Computer analysis of video and ultrasonographic images for evaluation of bull testes. **Theriogenology** 50:223–228.

Giffin JL, Franks SE, Rodriguez-Sosa JR, Hahnel A, Bartlewski PM (2009) A study of morphological and haemodynamic determinants of testicular echotexture characteristics in the ram. **Experimental biology and medicine** 234:794–801.

Gonçalves PBD, Figueiredo JR, Freitas VJF (2014) **Biotécnicas Aplicadas a Reprodução Animal**. São Paulo: Roca, 395p.

Griffin P, Ginther OJ (1992) Research applications of ultrasonic imaging in reproductive biology. **Journal of Animal Science** 70:953-972.

- Hafez ESE, Hafez B (2004) **Reprodução Animal**. São Paulo: Manole, 513p.
- Kastelic JP, Brito LFC (2012) Ultrasonography for Monitoring Reproductive Function in the Bull. **Reproduction in Domestic Animals** 47:45–51.
- Kastelic JP (2014) Understanding and evaluating bovine testes. **Theriogenology** 81: 18–23.
- Macmillan KL, Hafs HD (1969) Reproductive tract of Holstein bulls from birth through puberty. **Journal of animal science** 28:233–239.
- Miranda Neto T, De Castilho EF, Pinho RO, Guimarães SEF, Da Costa EP, Guimarães JD (2011) Puberdade e maturidade sexual em touros jovens da raça Simental, criados sob regime extensivo em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia** 40:1917–1925.
- Pechman RD, Eilts BE (1987) B-mode ultrasonography of the bull testicle. **Theriogenology** 27:431-441.
- Pinggera GM, Mitterberger M, Bartsch G, Strasser H, Gradl J, Aigner F, Pallwein L, Frauscher F (2008) Assessment of the intratesticular resistive index by colour Doppler ultrasonography measurements as a predictor of spermatogenesis. **BJU International** 101:722–726.
- Pozor MA, McDonnell SM (2004) Color Doppler ultrasound evaluation of testicular blood flow in stallions. **Theriogenology** 61:799-810.
- Prins GS, Lindgren M (2014) **Accessory Sex Glands in the Male**. Knobil and Neill's Physiology of Reproduction, p.2684.
- Rawlings N, Evans ACO, Chandolia RK, Bagu ET (2008) Sexual Maturation in the Bull Endocrine Changes During Sexual Maturation. **Reproduction Domestic Animals** 43:295–301.
- Rocha A, Carpenter BB, Hawkins HE, Sprott LR, Forrest DW (1994) Correlation of in vivo testicle and seminal vesicle size with post mortem dimensions in bulls. **Theriogenology** 42:1171–1176.

Schurich M, Aigner F, Frauscher F, Pallwein L (2009) The role of ultrasound in assessment of male fertility. **European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology** 144:192-198.

Valle ER, Andreotti R, Thiago LRLS (1998) Estratégias para aumento da eficiência reprodutiva e produtiva em bovinos de corte. Campo Grande: EMBRAPA, 80p.

Weber JA, Hilt CJ, Woods GL (1988) Ultrasonographic appearance of bull accessory sex glands. **Theriogenology** 29:1347-1355.

Wood MM, Romine LE, Lee YK, Richman KM, O'Boyle MK, Paz DA, Chu PK, Pretorius DH (2010) Spectral Doppler signatures waveforms in ultrasonography. **Ultrasound Quarterly** 26:283-299.

Zelli R, Troisi A, Elad Ngonput A, Cardinali L, Polisca A (2013) Evaluation of testicular artery blood flow by Doppler ultrasonography as a predictor of spermatogenesis in the dog. **Research in Veterinary Science** 95:632–637.

Tabela 1. Valores (média $\pm$ SEM) da interação da biometria dos testículos, epidídimo e glândulas genitais acessórias de touros das raças Nelore e Caracu (≤ 18 meses e > 18 meses).

Variáveis	Raça				P
	Nelore		Caracu		
	≤ 18 meses	> 18 meses	≤ 18 meses	> 18 meses	
<u>Testículo</u>					
Perímetro (cm)	26,79 ± 0,25 ^c	34,88 ± 0,37 ^b	34,52 ± 0,47 ^b	36,50 ± 0,49 ^a	0,0001*
Comprimento (cm)	9,20 ± 0,10 ^c	11,64 ± 0,15 ^b	11,92 ± 0,19 ^b	12,76 ± 0,21 ^a	0,0001*
Diâmetro (cm)	5,54 ± 0,07 ^b	6,45 ± 0,10 ^a	6,47 ± 0,12 ^a	6,35 ± 0,13 ^a	0,0001*
Volume (cm ³)	162,95 ± 4,05 ^b	237,25 ± 5,83 ^a	242,93 ± 7,31 ^a	256,80 ± 7,79 ^a	0,0001*
<u>Cauda do epidídimo</u>					
Dorsoventral (cm)	1,57 ± 0,02 ^d	2,26 ± 0,04 ^a	2,05 ± 0,04 ^b	1,79 ± 0,05 ^c	0,0001*
Médio-lateral (cm)	1,78 ± 0,02 ^c	2,73 ± 0,04 ^a	2,30 ± 0,05 ^b	2,27 ± 0,05 ^b	0,0001*
<u>Ampola</u>					
Dorsoventral (cm)	0,40 ± 0,009 ^c	0,59 ± 0,01 ^b	0,66 ± 0,01 ^a	0,70 ± 0,01 ^a	0,0001*
<u>Lúmen da ampola</u>					
Dorsoventral (cm)	0,02 ± 0,009 ^c	0,17 ± 0,01 ^a	0,11 ± 0,01 ^b	0,07 ± 0,02 ^{bc}	0,0001*
<u>Bulbouretral</u>					
Dorsoventral (cm)	1,13 ± 0,01 ^b	1,12 ± 0,02 ^b	1,44 ± 0,03 ^a	1,19 ± 0,03 ^b	0,0002*

Médias na linha seguidas por letras diferentes diferem entre si. Valores de P apresentados com asterisco (*) referem-se as variáveis com diferença estatística $p < 0,05$

Tabela 2. Média $\pm$ SEM da biometria das glândulas genitais acessórias de touros da raça Nelore e Caracu (≤ 18 meses e > 18 meses).

Variáveis	Raça		P	Idade		P
	Nelore	Caracu		≤ 18 meses	> 18 meses	
<u>Glândula vesicular</u>						
Dorsoventral (cm)	1,15 ± 0,01	1,48 ± 0,02	0,0001*	1,19 ± 0,02	1,45 ± 0,02	0,0001*
<u>Corpo da próstata</u>						
Dorsoventral (cm)	0,84 ± 0,01	0,82 ± 0,02	0,4087	0,75 ± 0,01	0,91 ± 0,01	0,0001*
Craniocaudal (cm)	0,77 ± 0,01	0,76 ± 0,02	0,8576	0,81 ± 0,02	0,72 ± 0,02	0,0002*
<u>Próstata disseminada</u>						
Dorsoventral (cm)	1,08 ± 0,01	1,17 ± 0,02	0,0071*	1,08 ± 0,02	1,16 ± 0,02	0,0093*
<u>Bulbouretral</u>						
Craniocaudal (cm)	1,48 ± 0,02	1,67 ± 0,03	0,0001*	1,54 ± 0,02	1,60 ± 0,02	0,1784

Valores de P apresentados com asterisco (*) referem-se às variáveis com diferença estatística $p < 0,05$

Tabela 3. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis de biometria dos testículos, epidídimos e glândulas genitais acessórias.

	Comprimento Testicular	Diâmetro Testicular	Volume Testicular	Perímetro Escrotal	Epidídimo (dorsoventral)	Epidídimo (médio-lateral)
Comprimento Testicular	1					
Diâmetro Testicular	0,69	1				
Volume Testicular	0,92	0,90	1			
Perímetro Escrotal	0,86	0,72	0,86	1		
Epidídimo (d-v)	0,47	0,59	0,56	0,59	1	
Epidídimo (m-l)	0,56	0,61	0,63	0,69	0,79	1
Glândula vesicular (d-v)	0,62	0,43	0,58	0,59	0,38	0,43
Ampola (d-v)	0,66	0,52	0,64	0,68	0,51	0,58
Lúmen (d-v)	0,30	0,28	0,32	0,37	0,36	0,46
Corpo da Próstata (d-v)	0,28	0,13	0,22	0,27	0,14	0,20
Próstata Disseminada (d-v)	0,36	0,28	0,36	0,31	0,23	0,30
Bulbouretral (d-v)	0,22	0,30	0,28	0,17	0,17	0,17
Bulbouretral (c-c)	0,36	0,41	0,42	0,38	0,27	0,37

Todas as variáveis na tabela apresentaram diferença estatística $p < 0,05$. † d-v: medida dorsoventral; m-l: médio-lateral c-c: medida craniocaudal

Tabela 4. Média $\pm$ SEM de pixel (média, mínimo, máximo e desvio padrão) do parênquima testicular, epidídimos e glândulas genitais acessórias de touros das raças Nelore e Caracu (≤ 18 meses e > 18 meses).

Variáveis	Raça		P	Idade		P
	Nelore	Caracu		≤ 18 meses	> 18 meses	
Testículo						
Média	83,81 ± 1,02	75,58 ± 1,54	0,0001*	85,36 ± 1,21	71,16 ± 2,00	0,0001*
Mínimo	44,16 ± 0,69	39,97 ± 1,04	0,0010*	44,93 ± 0,81	39,20 ± 0,95	0,0001*
Máximo	127,53 ± 1,14	118,23 ± 1,72	0,0001*	130,22 ± 1,34	115,54 ± 1,56	0,0001*
Desvio padrão	14,39 ± 0,10	13,28± 0,16	0,0001*	14,73 ± 0,12	12,94 ± 0,14	0,0001*
Epidídimo						
Mínimo	30,62 ± 0,41	34,13 ± 0,62	0,0001*	31,88 ± 0,48	32,88 ± 0,56	0,1800
Glândula vesicular						
Média	96,26 ± 0,92	102,84 ± 1,40	0,0001*	101,30 ± 1,09	97,80 ± 1,27	0,0385*
Mínimo	53,33 ± 0,68	58,03 ± 1,04	0,0002*	56,28 ± 0,81	55,08 ± 0,95	0,3385
Máximo	145,53 ± 1,09	154,52 ± 1,67	0,0001*	152,48 ± 1,30	147,57 ± 1,51	0,0148*
Desvio padrão	16,69 ± 0,14	17,05 ± 0,21	0,1654	17,18 ± 0,16	16,57 ± 0,19	0,0187*
Corpo da próstata						
Desvio padrão	16,58 ± 0,23	17,84 ± 0,39	0,0068*	17,06 ± 0,28	17,36 ± 0,36	0,5138
Próstata disseminada						
Mínimo	81,93 ± 1,08	89,92 ± 1,63	0,0001*	86,98 ± 1,27	84,87 ± 1,49	0,2814
Desvio padrão	20,90 ± 0,18	20,22 ± 0,31	0,0676	20,71 ± 0,22	20,41 ± 0,29	0,4027
Bulboretal						
Média	99,09 ± 1,38	89,70 ± 2,08	0,0002*	94,39 ± 1,61	94,40± 1,90	0,9943
Mínimo	52,27 ± 0,93	48,37 ± 1,40	0,0220*	49,46 ± 1,09	51,17 ± 1,28	0,3136
Máximo	161,17 ± 1,76	145,47 ± 2,65	0,0001*	154,16 ± 2,06	152,48 ± 2,43	0,6008
Desvio padrão	18,35 ± 0,24	16,16 ± 0,36	0,0001*	17,38 ± 0,28	17,14 ± 0,33	0,5826

Valores de P apresentados com asterisco (*) referem-se às variáveis com diferença estatística $p < 0,05$

Tabela 5. Média $\pm$ SEM da interação de pixel do parênquima testicular, epidídimos e glândulas genitais acessórias de touros da raça Nelore e Caracu (≤ 18 meses e > 18 meses).

Variáveis	Raça				P
	Nelore		Caracu		
	≤ 18 meses	> 18 meses	≤ 18 meses	> 18 meses	
<u>Epidídimo</u>					
Média	69,18 ± 0,80 ^{ab}	66,64 ± 1,15 ^b	68,90 ± 1,45 ^{ab}	72,34 ± 1,54 ^a	0,0199*
Máximo	153,41 ± 1,74 ^a	140,98 ± 2,51 ^b	142,46 ± 3,15 ^b	148,33 ± 3,36 ^{ab}	0,0011*
Desvio padrão	19,93 ± 0,27 ^a	17,57 ± 0,39 ^b	18,01 ± 0,50 ^b	18,69 ± 0,53 ^{ab}	0,0006*
<u>Ampola</u>					
Média	80,95 ± 1,09 ^c	90,12 ± 1,58 ^b	98,84 ± 1,98 ^a	96,26 ± 2,14 ^{ab}	0,0009*
Mínimo	50,07 ± 0,83 ^c	58,72 ± 1,20 ^b	64,16 ± 1,51 ^a	63,86 ± 1,63 ^{ab}	0,0009*
Máximo	117,43 ± 1,32 ^c	125,72 ± 1,91 ^b	137,32 ± 2,39 ^a	131,94 ± 2,59 ^a	0,0014*
Desvio padrão	13,06 ± 0,16 ^b	14,25 ± 0,23 ^a	14,68 ± 0,29 ^a	14,01 ± 0,31 ^a	0,0004*
<u>Lúmen da ampola</u>					
Média	10,40 ± 1,97 ^c	34,53 ± 2,84 ^a	30,09 ± 3,57 ^{ab}	20,41 ± 3,91 ^{bc}	0,0001*
Mínimo	6,63 ± 1,33 ^c	23,96 ± 1,91 ^a	20,16 ± 2,40 ^{ab}	14,08 ± 2,59 ^{bc}	0,0001*
Máximo	18,24 ± 3,22 ^c	51,21 ± 4,64 ^a	47,59 ± 5,82 ^{ab}	28,30 ± 6,28 ^{bc}	0,0001*
Desvio padrão	2,34 ± 0,39 ^c	5,58 ± 0,57 ^a	5,51 ± 0,71 ^{ab}	3,03 ± 0,77 ^{bc}	0,0001*
<u>Corpo da próstata</u>					
Média	91,60 ± 1,16 ^b	100,39 ± 1,68 ^a	101,18 ± 2,11 ^a	96,60 ± 2,28 ^{ab}	0,0004*
Mínimo	51,39 ± 0,92 ^b	58,00 ± 1,33 ^a	58,41 ± 1,67 ^a	56,00 ± 1,81 ^{ab}	0,0025*
Máximo	143,91 ± 1,75 ^b	155,78 ± 2,53 ^a	158,17 ± 3,17 ^a	153,78 ± 3,43 ^{ab}	0,0040*
<u>Próstata Disseminada</u>					
Média	144,10 ± 1,33 ^a	135,10 ± 1,92 ^b	147,84 ± 2,41 ^a	147,52 ± 2,61 ^a	0,0429*
Máximo	198,65 ± 1,20 ^a	189,15 ± 1,72 ^b	199,41 ± 2,16 ^a	198,40 ± 2,34 ^a	0,0271*

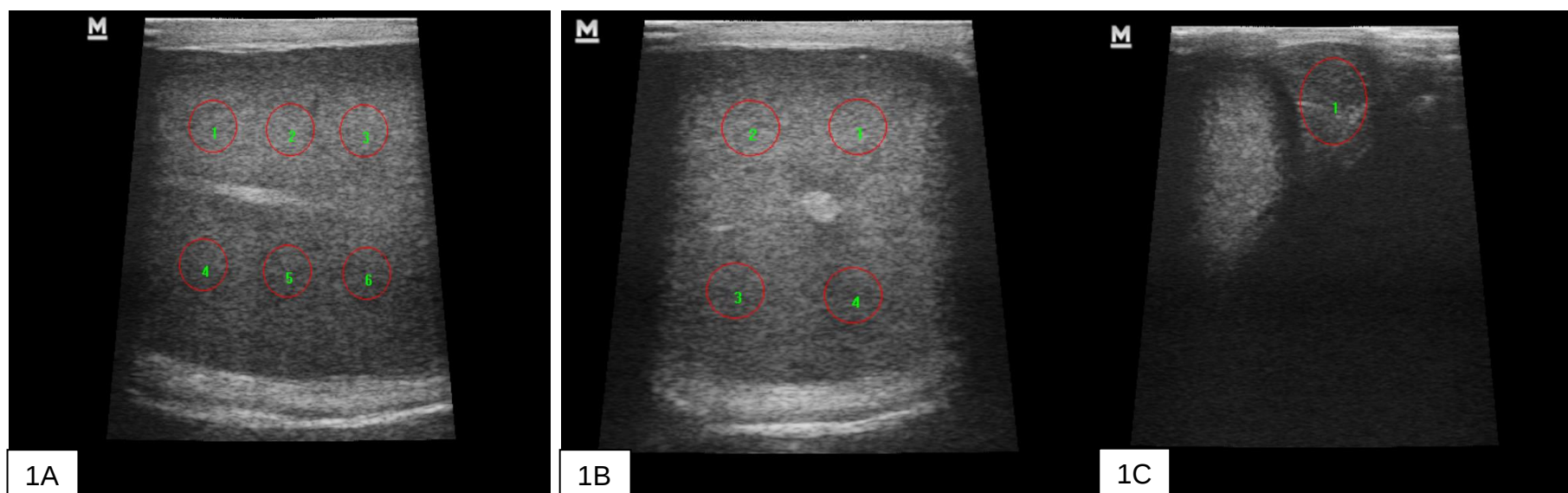
Médias na linha seguidas por letras diferentes diferem entre si. Valores de P apresentados com asterisco (*) referem-se as variáveis com diferença estatística $p < 0,05$

Tabela 6. Valores (média $\pm$ SEM) de índice de pulsatilidade (IP), índice de resistência (IR), pico de velocidade sistólica (PVS) e velocidade diastólica final (VDF) das artérias testiculares e artérias ilíacas internas de touros da raça Nelore e Caracu (≤ 18 meses e > 18 meses).

Variáveis	Raça		P	Idade		P
	Nelore	Caracu		≤ 18 meses	> 18 meses	
IP artéria testicular	0,76 $\pm$ 0,02	0,53 $\pm$ 0,03	0,0001*	0,66 $\pm$ 0,02	0,63 $\pm$ 0,03	0,3916
IR artéria testicular	0,51 $\pm$ 0,01	0,39 $\pm$ 0,01	0,0001*	0,46 $\pm$ 0,01	0,44 $\pm$ 0,01	0,2212
PVS artéria testicular (cm/s)	17,10 $\pm$ 3,13	16,56 $\pm$ 4,75	0,9238	15,56 $\pm$ 3,67	18,10 $\pm$ 4,35	0,6568
IP artéria ilíaca interna	1,61 $\pm$ 0,07	1,43 $\pm$ 0,10	0,1702	1,71 $\pm$ 0,08	1,33 $\pm$ 0,10	0,0048*
IR artéria ilíaca interna	0,68 $\pm$ 0,01	0,65 $\pm$ 0,02	0,4313	0,70 $\pm$ 0,02	0,63 $\pm$ 0,02	0,0260*
PVS artéria ilíaca interna (cm/s)	30,14 $\pm$ 0,59	31,42 $\pm$ 0,89	0,2377	31,26 $\pm$ 0,70	30,31 $\pm$ 0,81	0,3786
VDF artéria ilíaca interna (cm/s)	10,09 $\pm$ 0,77	11,34 $\pm$ 1,15	0,3657	9,80 $\pm$ 0,90	11,63 $\pm$ 1,05	0,1886

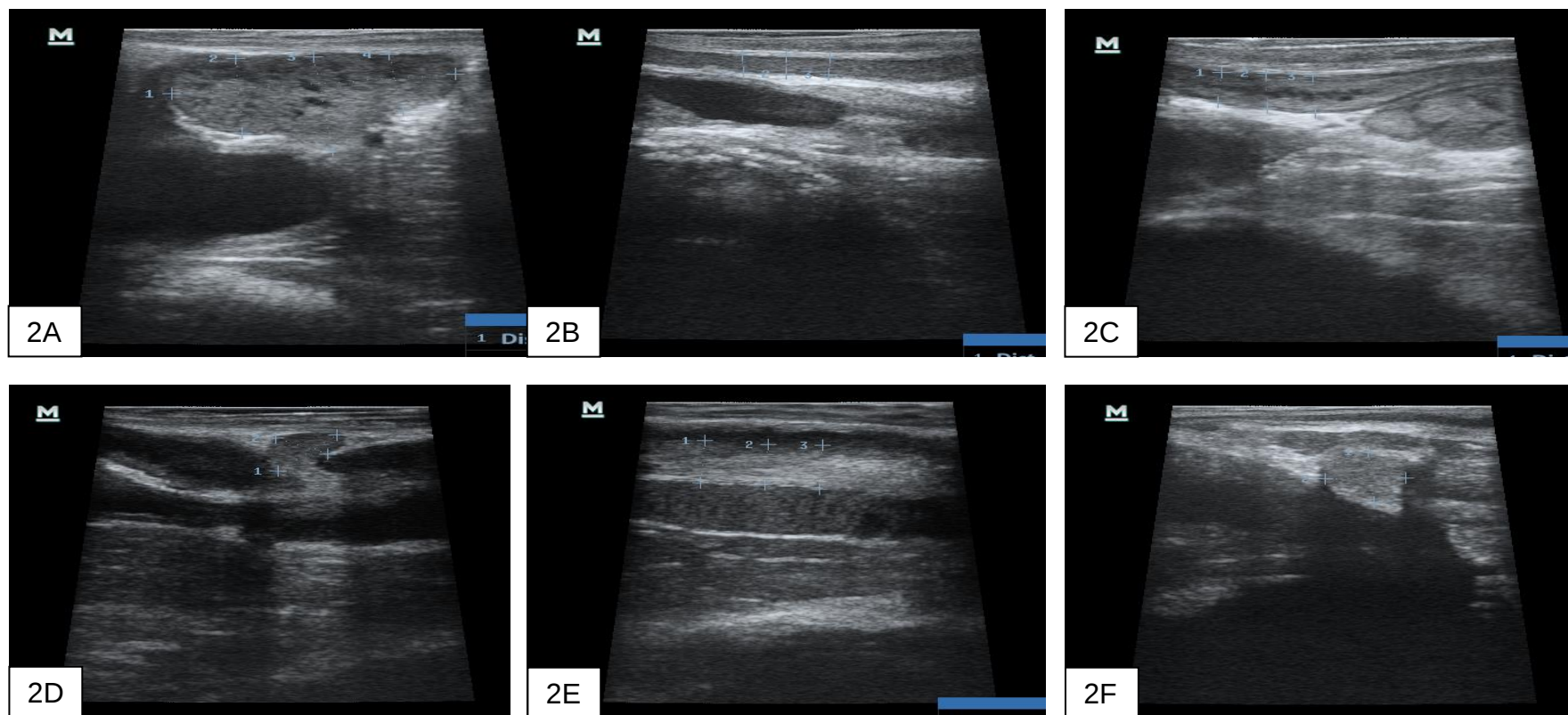
Valores de P apresentados com asterisco (*) referem-se às variáveis com diferença estatística $p < 0,05$. † IP: índice de pulsatilidade; IR: índice de resistência; PVS: pico de velocidade sistólica; VDF: velocidade diastólica final

Figura 1. Imagens ultrassonográficas Modo B de testículos e cauda do epidídimo.



Imagens ultrassonográficas Modo B. Os círculos presentes nas imagens representam as áreas de análise de ecogenicidade e ecotextura. 1A: testículo em corte longitudinal; 1B testículo em corte transversal; 1C cauda do epidídimo.

Figura 2. Imagens ultrassonográficas Modo B das glândulas genitais acessórias.



Imagens ultrassonográficas Modo B. 2A: glândula vesicular; 2B ampola do ducto deferente sem lúmen; 2C ampola do ducto deferente com lúmen; 2D corpo da próstata; 2E próstata disseminada; 2F glândula bulbouretral.