

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS ANDROLÓGICAS DE
TOUROS DA RAÇA NELORE E CARACU SELECIONADOS
PARA PESO PÓS DESMAMA**

Jaine Martelo Pagoto
Médico Veterinária

D
I
S
S.

/

P
A
G
O
T
O

J.
M.

2
0
2
2

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS ANDROLÓGICAS DE
TOUROS DA RAÇA NELORE E CARACU SELECIONADOS
PARA PESO PÓS DESMAMA**

Discente: Jaine Martelo Pagoto

Orientador: Prof. Dr. Fabio Morato Monteiro

**Dissertação de Mestrado apresentada à
Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias - Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das exigências para
a obtenção do título de Mestre em Medicina
Veterinária.**

FICHA CATALOGRÁFICA

P139e	Pagoto, Jaine Martelo Estudo das características andrológicas de touros da raça Nelore e Caracu selecionados para peso pós desmama / Jaine Martelo Pagoto. -- Jaboticabal, 2023 36 p. : tabs. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientador: Fabio Morato Monteiro 1. Bovinos. 2. Características andrológicas. 3. Peso. 4. Perímetro escrotal. 5. Touros. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



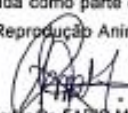
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS ANDROLÓGICAS DE TOUROS DA RAÇA NELORE E CARACU SELECIONADOS PARA PESO PÓS DESMAMA

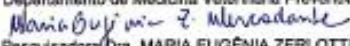
AUTORA: JAINE MARTELO PAGOTO

ORIENTADOR: FABIO MORATO MONTEIRO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Medicina Veterinária, área: Reprodução Animal pela Comissão Examinadora:


Pesquisador Dr. FABIO MORATO MONTEIRO (Participação Virtual)
Instituto de Zootecnia / Sertãozinho/SP


Profa. Dra. MARIA EMILIA FRANCO OLIVEIRA (Participação Virtual)
Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal / FCAV UNESP Jaboticabal


Pesquisadora Dra. MARIA EUGÊNIA ZERLOTTI MERCADANTE (Participação Virtual)
Instituto de Zootecnia / Sertãozinho/SP

Jaboticabal, 13 de dezembro de 2022

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Jaine Martelo Pagoto, filha de Maria Helena Martelo Pagoto e Daniel Pagoto, nascida em Sud Mennucci- SP, no dia 07 de maio de 1997. Ingressou no curso de Medicina Veterinária no ano de 2015 e graduou-se no dia 31 de janeiro de 2020, pelo Centro Universitário de Rio Preto- UNIRP- SP. Durante a graduação participou de cursos e simpósios relacionados à clínica médica de grandes animais e realizou estágios na área de clínica médica, cirúrgica e reprodução de grandes e pequenos animais. Participou do Grupo de Estudo de Grandes Animais- GEGRA, ministrando palestras sobre animais de produção. Desenvolveu uma iniciação científica voltada para o bem-estar de vacas leiteiras com o título de “Noções sobre manejo e bem-estar animal aplicado a bovinocultura leiteira em diferentes graus de tecnificações”, concluída no ano de 2018. Participou do XVI Congresso Científico da UNIRP expondo o trabalho de iniciação científica. Atualmente é mestranda em Reprodução Animal do Programa de Medicina Veterinária da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e atua como Médica Veterinária na Cooperativa Agroindustrial-COPLANA, sede Jaboticabal.

*“A maior recompensa para o trabalho do homem não é o que ele ganha com isso,
mas o que ele se torna com isso”.*

John Ruski

Dedico

Aos meus pais, Daniel Pagoto e Maria Helena Martelo Pagoto, a minha irmã, Leticia Martelo Pagoto e ao meu avô Jurandir da Silva Martelo - Dante (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora Aparecida por terem me abençoado em todos esses anos e me dado a honra de conquistar esse título. Em agradecimento pelas bênçãos e proteção.

Aos meus pais, Daniel e Maria Helena por sempre apoiarem e me impulsionarem a conquistar tudo o que eu almejo. A minha irmã, Leticia por ter me auxiliado tanto psicologicamente quando academicamente nesses anos de estudo, vocês são meus exemplos. Ao meu avô, Dante (*in memoriam*) por ter me acompanhado espiritualmente em toda essa trajetória e me dado forças para seguir em frente. Também ao meu namorado, Bruno Ferreira da Silva, por todo apoio, carinho e paciência comigo. Vocês foram muito importantes em toda essa etapa, minha gratidão e amor por vocês é eterna. Amo vocês.

Aos meus familiares e amigos, que não citarei nomes para não esquecer de ninguém, que tanto torceram e acompanharam essa etapa de perto. Gratidão.

Ao meu orientador Dr. Fabio Morato Monteiro, pela paciência em ensinar e me orientar durante esses anos de mestrado. A Dr^a. Maria Eugênia Zerlotti Mercadante, pesquisadora do Instituto de Zootecnia, que sempre esteve disposta a me coorientar, mesmo não sendo oficialmente minha coorientadora, e colaborou muito para o desenvolvimento desse projeto. Muito obrigada.

Aos mestrandos e doutorandos que conheci ao longo dos anos e que me auxiliaram no desenvolvimento do projeto. Também, aos funcionários do Instituto de Zootecnia.

Ao Dr. Athos Pastore, por fornecer informações que ajudaram a compor o banco de dados do presente estudo.

A UNESP- câmpus Jaboticabal e ao Departamento de Reprodução Animal por permitirem a realização desse sonho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A todos, meu muito obrigada.

SUMÁRIO

Página

CAPÍTULO 1- Considerações gerais.....	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Projeto de melhoramento genético das raças Nelore e Caracu	2
2.2 Avaliação andrológica	3
2.3 Perímetro Escrotal.....	6
2.4 Herdabilidade de características reprodutivas.....	8
2.5 Seleção para peso pós desmama e sua influência na reprodução bovina.....	9
REFERÊNCIAS.....	11
CAPÍTULO 2- Estudo das características andrológicas de touros da raça nelore e caracu selecionados para peso pós desmama	18
1. INTRODUÇÃO	18
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
2.1 Local e animais.....	20
2.2 Prova de ganho de peso.....	20
2.3 Dados	21
2.4 Colheita e avaliação de sêmen.....	21
2.5 Análise	22
2.5.1 Análises estatísticas	22
2.5.2 Parâmetros genéticos.....	23
3. RESULTADOS	24
4. DISCUSSÃO	29
5. CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS.....	32

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS ANDROLÓGICAS DE TOUROS DA RAÇA NELORE E CARACU SELECIONADOS PARA PESO PÓS DESMAMA

RESUMO- O objetivo do estudo foi investigar a relação entre idade, peso corporal, perímetro escrotal e qualidade de sêmen em touros Nelore e Caracu selecionados para peso pós-desmama. Foram utilizados dados de avaliação andrológica de 836 touros nascidos entre 2000 e 2019, sendo 583 animais da raça Nelore (*Bos indicus*) e 253 animais da raça Caracu (*Bos taurus*). Os animais foram divididos em categorias de acordo com a idade e a fase reprodutiva no momento da avaliação, contendo na categoria 1 animais de 20 a 23 meses ($22 \pm 0,76$ meses e $518 \pm 94,17$ Kg), categoria 2 animais de 24 a 35 meses (30 ± 42 meses e $679 \pm 137,19$ Kg) e categoria 3 animais com idade igual ou superior a 36 meses ($60 \pm 14,12$ meses e $907 \pm 161,73$ Kg). Os dados obtidos foram comparados com a raça e idade. A análise estatística incluiu efeitos da raça, categoria de idade, data de coleta de sêmen e interação raça e categoria de idade e foi realizada pelos procedimentos GLM, GBLUP e BLUP do programa estatístico SAS ($P < 0,05$). As estimativas de herdabilidade foram calculadas pelo método ssGBLUP usando os programas da família BLUPF90. A maioria das características andrológicas estudadas melhorou conforme o aumento da idade e peso corporal. A herdabilidade para PE foi de alta magnitude (0,45), enquanto para motilidade, vigor, turbilhonamento, defeitos espermáticos maiores, menores e defeitos totais foram baixas estimativas de herdabilidade (0,11, 0,01, 0,04, 0,01, 0,01, 0,01, respectivamente). Foi observado que as correlações de Spearman dos valores genéticos para P378 e PE com parâmetros seminais foram fracas. Os resultados obtidos mostraram que os touros Nelore e Caracu selecionados para P378 apresentam melhor qualidade seminal e maior PE conforme maior idade e peso corporal. Os animais selecionados para peso pós desmama apresentam alta herdabilidade para PE. Ainda, animais Nelore de maiores valores genéticos para P378 e PE apresentam fraca correlação de Spearman com parâmetros seminais.

Palavras-chave: bovinos, características andrológicas, peso, perímetro escrotal, touros

STUDY OF ANDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF NELORE AND CARACU BREED BULLS SELECTED FOR POST WEANING WEIGHT

ABSTRACT- The objective of the study was to investigate the relationship between age, body weight, scrotal circumference and semen quality in Nelore and Caracu bulls selected for post-weaning weight. Andrological evaluation data of 836 bulls born between 2000 and 2019 were used, 583 animals of the Nelore breed (*Bos indicus*) and 253 animals of the Caracu breed (*Bos taurus*). The animals were divided into categories according to age and reproductive stage at the time of evaluation, containing in category 1 animals from 20 to 23 months (22 ± 0.76 months and 518 ± 94.17 Kg), category 2 animals from 24 to 35 months (30 ± 42 months and 679 ± 137.19 Kg) and category 3 animals aged 36 months or older (60 ± 14.12 months and 907 ± 161.73 Kg). The data obtained were compared with breed and age. Statistical analysis included effects of breed, age category, date of semen collection and breed and age category interaction and was performed by the GLM, GBLUP and BLUP procedures of the SAS statistical program ($P < 0.05$). Heritability estimates were calculated by the ssGBLUP method using the BLUPF90 family programs. Most of the andrological traits studied improved as age and body weight increased. The heritability for PE was of high magnitude (0.45), while for motility, vigor, turbidity, major, minor and total sperm defects low heritability estimates were observed (0.11, 0.01, 0.04, 0.01, 0.01, 0.01, respectively). Spearman correlations of genetic values for P378 and PE with seminal parameters were observed to be weak. The results obtained showed that Nelore and Caracu bulls selected for P378 show better seminal quality and higher PE as age and body weight increase. Animals selected for post-weaning weight present high heritability for PE. Furthermore, Nelore animals with higher genetic values for P378 and PE show weak Spearman's correlation with seminal parameters.

Keywords: bovines, andrological characteristics, weight, scrotal circumference, bulls

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Média estimada ($\pm$ erro padrão) dos parâmetros físicos e seminais entre as diferentes categorias de idade de touros das raças Nelore e Caracu.....	28
Tabela 2. Média estimada ($\pm$ erro padrão) das patologias de defeitos espermáticos maiores e defeitos espermáticos menores nos touros Nelore e Caracu.	29
Tabela 3. Estimativas de componentes de variância genético aditiva (σ_a), residual (σ_r) e herdabilidades (h^2) de perímetro escrotal e características seminais de touros Nelore.....	31
Tabela 4. Correlações de Spearman do valor genético de peso corporal (P378) e perímetro escrotal (PE) com características andrológicas dos touros Nelore e Caracu.....	29

CAPÍTULO 1- Considerações gerais

1. INTRODUÇÃO

A maioria dos programas de melhoramento genético enfatiza as características de desenvolvimento ponderal, sendo o perímetro escrotal (PE) uma das poucas características reprodutivas que compõem os índices de seleção (Yokoo *et al.*, 2007), entretanto, os problemas reprodutivos são uns dos principais limitantes para eficiência produtiva nos bovinos de corte (Vieira *et al.*, 2005). Desde modo, alguns atributos são analisados a fim de expressar a capacidade de fertilidade nos machos como, mensurações de PE, qualidade do sêmen e capacidade de serviço (Fonseca *et al.*, 1997).

Apesar do conhecimento sobre a fertilidade ser relevante, é interessante avaliar outras características que possam ter relação com a reprodução. A seleção para peso corporal destaca-se por estar correlacionada positivamente com características reprodutivas e de crescimento (Marcondes, 2000; Queiroz *et al.*, 2017). Os reprodutores com maior peso tendem a possuir maior PE (Dias *et al.*, 2006) resultando em maior produção de espermatozoides (Albuquerque *et al.*, 2007). Assim, o peso é um critério importante a ser considerado em relação à reprodução.

O PE é uma medida de fácil mensuração, possuindo alta repetibilidade, herdabilidade e correlações genéticas favoráveis com características qualitativas e quantitativas do sêmen (Silva *et al.*, 2002, Quirino *et al.*, 2004). Segundo Vale Filho *et al.*, (1993), entre as raças bovinas há variação nas medidas de PE, onde raças europeias apresentam maior PE em relação as raças zebuínas. Após obter o peso corporal e as mensurações de PE, faz-se necessário a realização do exame andrológico, sendo uma de suas etapas o espermograma, onde são realizadas avaliações físicas como turbilhonamento, vigor, motilidade, concentração e análise morfológica do sêmen como defeitos maiores, defeitos menores e totais de defeitos (Salvador *et al.*, 2002).

Sendo assim, estimar as características que selecionam touros com alto potencial genético e reprodutivo é de suma importância visto que, a partir das análises

e exames realizados podem ser visualizadas alterações de sistema genital, distúrbios de libido, habilidade de cópula, qualidade seminal (Barbosa *et al.*, 2005) e da precocidade sexual (Albuquerque *et al.*, 2007). Quando os resultados se demonstram fora dos padrões podem estar correlacionados com a baixa fertilidade ou imaturidade sexual (Foote, 1999). Diante do exposto, o objetivo do estudo foi investigar a relação entre idade, peso corporal, perímetro escrotal e qualidade de sêmen em touros Nelore e Caracu selecionados para peso pós-desmama.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Projeto de melhoramento genético das raças Nelore e Caracu

O projeto de melhoramento genético de raças Zebuínas de Sertãozinho, foi desenvolvido com base na separação dos animais em rebanhos, sendo eles o rebanho Nelore Controle (NeC), Nelore Seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT). No ano de 1976, houve a reestruturação do plantel visando selecionar os animais dentro de cada rebanho, começando com as fêmeas (Cyrillo *et al.*, 2000). Em 1980, ano em que o programa teve início, de 350 matrizes aptas à reprodução, foram escolhidas aleatoriamente 180 fêmeas mais novas que, posteriormente, foram divididas em rebanhos controle e seleção.

Com relação aos reprodutores, no Rebanho NeS foram escolhidos como fundadores os nascidos entre 1977 e 1980, tendo como base o diferencial de seleção máximo para peso padronizado aos 550 dias. No Rebanho NeC, foram selecionados os reprodutores com diferenciais de seleção nulos ou próximo de zero para a mesma característica. Os reprodutores dos Rebanhos NeS e NeC eram utilizados por somente dois anos seguidos. Já no Rebanho NeT a reposição dos reprodutores não era tão rígida, permitindo a maior permanência nesse rebanho (Cyrillo *et al.*, 2000).

Atualmente, a seleção dos reprodutores é realizada com base no peso padronizado aos 378 dias (P378), obtido em prova de ganho de peso. A seleção para peso aos 378 dias permitiu o maior controle dos fatores do meio, permitindo melhor estimativa dos valores genéticos dos animais dentro e entre os rebanhos, já que a

seleção para peso aos 550 dias tinha grande influência da variação de peso e idade inicial sobre os desempenhos dos animais (Razook *et al.*, 1997b).

No Rebanho NeS são selecionados, a cada ano, três reprodutores titulares, além de dois reservas, sendo selecionados com base no maior diferencial de seleção com P378. No Rebanho NeC são selecionados dois reprodutores com diferencial de seleção nulo ou próximo de zero considerando a mesma característica. O Rebanho NeT segue, basicamente, os mesmos critérios preconizados para a seleção, porém, com maior flexibilidade na introdução de matrizes e reprodutores, selecionando em média seis reprodutores, seguindo os procedimentos do Rebanho NeS. Anualmente são selecionados, no máximo, dois ou três filhos de um mesmo reprodutor (Cyrillo *et al.*, 2000).

Os lotes de acasalamentos são formados em média de um touro para cada 20 matrizes em piquetes individuais, e essa proporção é realizada para todos os rebanhos. Os nascimentos ocorrem a partir do mês de setembro, estendendo-se até novembro. O desmame ocorre em abril e maio, quando os bezerros possuem em média 7 meses de idade.

Após o desmame, os machos são levados à prova de ganho de peso, permanecendo por um período de seis meses (abril a outubro). Quando chegam à prova são pesados em jejum e o peso é padronizado aos 210 dias. Após, são pesados a cada 56 dias, observando o aumento de peso e o desempenho individual. Ao final da prova, quando realizam a última pesagem, o peso é padronizado aos 378 dias, sendo os machos selecionados com média de 13 meses de idade. Os animais com melhor desenvolvimento na prova de ganho de peso são submetidos à avaliação andrológica quando completam em média 24 meses. Nessa avaliação, são selecionados os reprodutores de cada rebanho que participarão da próxima estação de monta (Razook *et al.*, 1997b).

2.2 Avaliação andrológica

O exame andrológico é o método utilizado para obter informações que possibilitarão avaliar a fertilidade e o desempenho reprodutivo dos machos, portanto,

esta avaliação é fundamental para a seleção de animais com padrões reprodutivos normais e para descarte de touros sub-férteis (Fonseca *et al.*, 2020). A partir disso, o exame se consiste em avaliação clínico geral do animal, exame completo do aparelho reprodutor e avaliação da qualidade seminal (Fonseca *et al.*, 1992, Fonseca *et al.*, 2000).

A avaliação clínico geral se resume no exame físico, inspecionando os sistemas: respiratório, circulatório, nervoso, digestivo e locomotor, dando maior ênfase para o sistema locomotor, devido a importância tanto para caminhar em busca de alimento e água, quanto para realização da monta e cópula (Barbosa *et al.*, 2005). Ainda, segundo o mesmo autor, para o exame do sistema reprodutor, os órgãos genitais externos (bolsa testicular, testículos, epidídimos, prepúcio e pênis) devem ser examinados por inspeção e palpação, já os internos (ampolas dos canais deferentes, próstata e glândulas vesiculares) por palpação retal.

Após o exame do sistema reprodutor, é realizado a avaliação da qualidade seminal. A colheita de sêmen pode ser realizada pelos métodos de vagina artificial, massagem transretal das glândulas anexas e/ou eletroejaculação (Palmer, 2005). Após a colheita, são realizadas diversas análises físicas como: turbilhonamento, vigor, concentração e motilidade espermática (Barbosa *et al.*, 2005) sendo a motilidade importante para a fertilização, já que o espermatozóide necessita de motilidade progressiva ao entrar em contato com o trato reprodutivo da fêmea (Blommaert, 2019). Segundo Hafez (2004), para um touro ser considerado apto a reprodução é necessário que tenha pelo menos 500 milhões de espermatozóides por mL, 50% de espermatozóides com movimentos retilíneos progressivos e 80% dos espermatozóides com morfologia espermática normal.

É relevante avaliar as células móveis em um ejaculado e isto pode ser realizado por inspeção visual ou por análise computadorizada do sêmen (Computer Assisted Sperm Analysis; CASA). O CASA é um sistema de hardware e software automático utilizado para visualizar, digitalizar e analisar imagens, promovendo resultados precisos e significativos do movimento individual de cada célula e suas subpopulações (Amann e Katz, 2004). A inspeção visual é considerada simples e barata, porém subjetiva, visto que os resultados podem variar até 60% entre os técnicos (Verstegen *et al.*, 2002). Por outro lado, a análise pelo CASA busca realizar a avaliação do

ejaculado de forma quantitativa em um curto período de tempo (Farrel *et al.*, 1996) analisando parâmetros espermáticos individuais e fornecendo análises de concentração espermática, morfologia e motilidade (Kraemer *et al.*, 1998).

Caracteriza-se como morfologia espermática o estudo da célula espermática, por isso, é importante analisar as características do espermatozóide por meio da morfologia espermática, que serve como indicador de fertilidade e danos espermáticos consequentes dos agentes físicos e químicos (Verstegen *et al.*, 2002), sendo considerado pelos Centros de Comercialização de Sêmen como parte do controle de qualidade, definindo o destino do ejaculado. A avaliação da morfologia espermática pode ser realizada por duas técnicas principais, sendo esfregaços corados em microscópio de campo claro e preparação úmida com microscópio de contraste de fase, além de sistemas computadorizados, como CASA (Freneau, 2011).

Durante a análise morfológica são observados os defeitos espermáticos, podendo ser de origem testicular ou extratesticular. Para Lagerlof (1934) a classificação de anormalidades espermáticas era dividida segundo a origem como: primárias, sendo defeitos que se originavam do epitélio seminífero durante a espermatogênese; secundárias, os defeitos que se originavam distalmente ao epitélio seminífero, nas vias intra e extratesticulares durante o armazenamento e ejaculação; terciárias, originados pela manipulação dos espermatozóides após a ejaculação. Em seguida, Blom (1973) associou a classificação ao grau de importância dos defeitos para a fertilidade em defeitos maiores e menores. Posteriormente Saacke (1998) propôs a classificação dos defeitos baseados nas características espermáticas importantes para a fertilização *in vivo* em defeitos compensáveis e não compensáveis.

Os aspectos metabólicos e a morfologia espermática tornam-se importantes para os defeitos compensáveis, pois seu aumento dificulta a célula espermática ultrapassar as barreiras do trato reprodutivo feminino, sendo relacionado a problemas de hidrodinâmica, dificultando a motilidade e/ou deslocamento dos espermatozóides. Já os defeitos não compensáveis afetam a qualidade dos embriões e são associados a erros na cromatina dos espermatozóides (Freneau, 2011).

Os defeitos não compensáveis promovem baixa fertilização tanto *in vivo* quanto *in vitro*. Thundathil *et al.*, (2001a) observaram que ejaculados com maior número de espermatozóides com gota citoplasmática proximal, além de problemas com

motilidade progressiva, não desenvolveram na fertilização *in vitro* (FIV) embriões além da fase de clivagem. Ainda, o mesmo autor relatou que, foram resgatados na fecundação *in vitro* oócitos penetrados com espermatozóides com defeitos de acromossoma, verificando que os mesmos teriam capacidade reduzida para fertilização.

Adicionalmente, Walters *et al.*, (2005) observaram que ejaculados que possuíam espermatozóides com defeitos de cabeça (não compensáveis), diminuíram a produção e desenvolvimento de embriões na FIV. Concluindo assim que os ejaculados que possuem mais defeitos não compensáveis interfeririam diretamente na taxa de prenhez. Segundo Freneau (2011) a contagem de alterações morfológicas deve ser realizada em 200 células, contando-se as células normais e apenas um defeito por célula anormal, caso haja mais de um defeito na mesma célula, devem ser registrados priorizando-se os defeitos maiores seguido dos defeitos menores.

De acordo com o Manual para Exame Andrológico e Avaliação do Sêmen Animal, instituído pela Portaria n.109/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (Brasil, 2009), a avaliação morfológica do ejaculado do touro deve conter, no mínimo, 70% de espermatozóides normais e valor máximo de tolerância de até 20% para defeitos maiores e 30% para defeitos menores. Assim, ao final do exame andrológico, com os resultados do exame clínico geral, análise seminal e as avaliações físicas e morfológicas, o animal poderá ser classificado como ápto, inápto ou questionável, tendo potencial para ser utilizado ou descartado para reprodução (Barbosa *et al.*, 2005).

2.3 Perímetro Escrotal

O perímetro escrotal (PE) é uma medida de fácil mensuração e permite prever o potencial reprodutivo de touros jovens. Esta medida está inclusa nos programas de melhoramento genético por apresentar de média a alta herdabilidade, alta produção de gametas (Lôbo *et al.*, 1996) e correlação com aspectos reprodutivos de machos e fêmeas (Bergmann 1993; Gressler, 1998), sugerindo que fêmeas e machos podem ser mais férteis por meio da seleção indireta baseada no perímetro escrotal (Quirino,

1999). Para Vale Filho *et al.*, (1993) e Quirino (1999) os testículos crescem de acordo com idade e peso corporal, sendo o crescimento testicular menos acentuado na fase inicial da vida do animal, seguida de um aumento que coincide com a fase de puberdade e volta ao crescimento lento na maturidade sexual. De modo geral, *Bos taurus* apresentam maior PE em relação a *Bos indicus* (Chase *et al.*, 1997),

Nos programas de melhoramento genético o PE é utilizado como critério de seleção e entre suas características, podemos destacar a herdabilidade. Quirino (1999), Dias *et al.*, (2000), Sarreiro *et al.*, (2002) e Silveira *et al.*, (2004) relataram valores de herdabilidade para PE entre 0,37 e 0,71, demonstrando a veracidade do PE como característica para seleção. Em um estudo com raças europeias, Smith *et al.*, (1989) relataram correlação positiva, porém discreta, de PE com características seminais, já Silveira (2004) verificou que a seleção para PE foi favorável quanto a diminuição de defeitos espermáticos, concluindo que bovinos com maiores PE são mais predispostos geneticamente a demonstrarem menores valores de defeitos espermáticos no ejaculado.

Além das características reprodutivas, é sabido que o PE se correlaciona positivamente com o ganho de peso. Larreal *et al.*, (1988) avaliando machos Nelore de 8 aos 30 meses observaram que o perímetro escrotal aumentou conforme o peso até os animais atingirem cerca de 300 kg. De forma complementar, Cyrillo *et al.*, (2000) utilizaram dados de 809 machos Nelore selecionados para peso pós desmama com o objetivo de analisar a seleção indireta para perímetro escrotal. Os autores concluíram que a seleção direta para peso corporal promoveu respostas positivas sobre o aumento do PE (Cyrillo *et al.*, 2000).

Adicionalmente, observando precocidade sexual em função do tamanho do PE, Lima *et al.*, (2013), utilizaram 24 machos Nelore submetidos ao programa de seleção para precocidade sexual, com o intuito de acompanhar o desenvolvimento testicular em diferentes idades afim de avaliar as características seminais à puberdade e pós puberdade. Desde modo, os autores concluíram que, animais mais jovens e com maior perímetro escrotal apresentaram menor idade a puberdade, sendo indicativo de que o tamanho do PE auxiliou na seleção de animais mais precoces (Lima *et al.*, 2013).

Contudo, mesmo possuindo essas características positivas para seleção, Bailey *et al.*, (1996) relataram que o PE não representa a realidade do parênquima testicular, por isso, não garante que o macho com alto PE em idade precoce terá uma boa qualidade de sêmen quando atingir a maturidade sexual. Silva *et al.*, (2002) relataram que touros da raça Nelore dentro da mesma idade e tamanho testicular obtiveram motilidade espermática diferente, concluindo que, a produção de sêmen é referente ao funcionamento testicular do animal e não somente ao tamanho do PE.

Sendo assim, além das medições de PE, é importante realizar outros métodos de análises como a ultrassonografia testicular e o exame andrológico para avaliar a capacidade reprodutiva do macho (Costa e Silva *et al.*, 2017), além dos parâmetros genéticos, como a herdabilidade, sendo importante estimá-la para a seleção favorável do rebanho em relação as características reprodutivas.

2.4 Herdabilidade de características reprodutivas

O melhoramento genético visa incorporar novos genes nos rebanhos a fim de aumentar a produtividade dos animais e o seu desempenho pode estar relacionado à sua hereditariedade. A herdabilidade é a fração da variância fenotípica atribuída à ação aditiva de genes, e seu valor tem como função expor a confiança que se tem no fenótipo do animal como guia para indicar seu valor genético (Pereira, 1999), por isso, se torna uma estratégia utilizada nos programas de melhoramento genético animal (Karsburg, 2003). Segundo Pereira (1999), os valores de herdabilidade podem variar de 0,0 a 1,0, sendo a baixa ou pouco herdável (0,0 a 0,1), atribuída às diferenças ambientais entre os indivíduos e alta ou bastante herdável (acima de 0,3) as diferenças genéticas entre os indivíduos que são responsáveis pela variação da característica. Valores entre 0,1 e 0,3 são considerados medianos ou moderadamente herdável.

Algumas características reprodutivas possuem potencial para herdabilidade entre os indivíduos. O perímetro escrotal possui relação positiva com capacidade reprodutiva, produção seminal e idade a puberdade de machos e fêmeas (Moser *et al.*, 1996; Ayala *et al.*, 2016), tendo sua medida inclusa como critério nos programas

de seleção. Em trabalho realizado por Lira *et al.*, (2008) relataram herdabilidade média a alta para perímetro escrotal (0,28 a 0,79), com valor médio de 0,35 em zebuínos de corte. Além disso, Laureano *et al.*, (2011) também observaram herdabilidade para PE alta (0,46) em touros da raça Nelore.

Associações fenotípicas entre os aspectos de biometria testicular com as características seminais mostraram melhor motilidade e menor incidência de patologias espermáticas conforme o tamanho de perímetro escrotal (Godfrey e Dodson, 2005; Silva, 2009). Viu *et al.*, (2006) relataram em touros da raça Nelore correlação negativa entre os defeitos espermáticos e o volume (-0,28) e formato testicular (-0,26), indicando que, com o avanço da idade os animais ganham peso, aumentam as medidas testiculares e tendem a melhorar os aspectos morfológicos dos espermatozoides.

Outros autores também estimaram a herdabilidade das características reprodutivas. Kealey *et al.*, (2006) avaliaram valor moderado (0,22) para motilidade espermática na raça Hereford, enquanto Sarreiro *et al.*, (2002) e Dias *et al.*, (2006) estimaram baixa herdabilidade para a mesma característica (0,01 e 0,10, respectivamente) em touros da raça Nelore. Em relação ao vigor espermático e turbilhonamento, as análises também foram baixas de 0,03 e 0,08 (Sarreiro *et al.*, 2002).

Para os defeitos espermáticos, Kealey *et al.*, (2006) encontraram de baixa a moderada (0,30 e 0,33) herdabilidade para defeitos maiores e menores, respectivamente. Assim, a seleção para características reprodutivas reflete no desempenho reprodutivo dos animais, proporcionando evoluções genéticas e hereditárias favoráveis.

2.5 Seleção para peso pós desmama e sua influência na reprodução bovina

Na pecuária de corte preconiza-se o aumento da qualidade da produção animal juntamente com a lucratividade do rebanho, deste modo, o melhoramento genético é utilizado como importante ferramenta a fim de atingir esses objetivos (Cardoso, 2009). Além da parte genética, o aumento da eficiência do rebanho pode ser atingido através

de mudanças no manejo nutricional, sanitário e reprodutivo (Júnior *et al.*, 2016). Animais que são selecionados pela da prova de ganho de peso possuem inúmeras vantagens como, principalmente, a possibilidade de estimar o mérito genético quando o animal é relativamente jovem. Essa seleção permite a utilização de animais precoces no rebanho, reduzindo a idade de início de utilização dos touros na reprodução e diminuindo o intervalo entre as gerações na população selecionada (RAZOOK *et al.*, 1997b).

As características de crescimento, principalmente mensuradas nas fases iniciais da vida, como peso ao desmame (média de 205 dias de vida), torna-se um critério de seleção que visa a eficiência reprodutiva (Ferraz Filho *et al.*, 2002), entretanto, esta característica analisada nessa fase da vida depende principalmente dos efeitos maternos, tais como produção de leite e habilidade materna (Pimenta Filho *et al.*, 2001), sofrendo influência direta no ganho de peso do bezerro. Já a seleção para ganho de peso aos 345 dias possibilita a seleção de animais mais precoces e, esse período pós desmame é considerado importante para a avaliação genética, não recebendo influência direta dos efeitos maternos (Cardoso *et al.*, 2001), entretanto, pode sofrer influência ambiental, sendo importante observar a fase que será realizada o desmame quanto à disponibilidade de forragem ou suplementação (Mascioli *et al.*, 2000). Em Zebu, a característica reprodutiva com maior importância é a precocidade sexual de fêmeas, podendo ser obtida através do tamanho do perímetro escrotal dos reprodutores (Albuquerque *et al.*, 2007).

Monteiro *et al.*, 2011 analisou touros jovens selecionados para peso pós desmama em raças zebuínas (Gir, Guzará e Nelore) e na raça Caracu com idades entre 20-25 meses em relação a maturidade sexual, e observaram que, animais mais pesados apresentaram maiores PE, melhores características seminais e maior porcentagem de animais sexualmente maduros, concluindo que a seleção para peso pode proporcionar a seleção de animais reprodutivamente superiores. Maior perímetro escrotal resulta em maior volume testicular, contendo mais túbulos seminíferos, produzindo maior produção diária de espermatozóides.

Apesar da seleção para peso proporcionar machos com maiores PE e melhor qualidade seminal, Mercadante *et al.*, (2002) concluíram que, em fêmeas, a seleção para peso corporal não apresentou efeitos significativos sobre o desempenho

reprodutivo. Deste modo, é relevante analisar características que possam influenciar positivamente na escolha dos reprodutores, pensando futuramente no desenvolvimento reprodutivo de suas progênies.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE LG, MERCADANTE MEZ, ELER JP (2007). Aspectos da seleção de *Bos indicus* para produção de carne. **B. Indust. Anim.**, 64:339-348.

AMANN R, KATZ DF (2004). Reflections on CASA after 25 years. **J. Androl.**, 25:317-325.

AYALA HDM, RIBEIRO HFL, ROLIM FILHO ST (2016). Association of testicular echogenicity, scrotal circumference, testicular volume and testosterone concentration in buffaloes. **Rev. Bras. Med. Vet.**, 38:334-340.

BAILEY TL, MONKE D, HUDSON RS, WOLFE DF, CARSON RL, RIDDELL MG (1996). Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein bulls. **Theriog.**, 46:881-887.

BARBOSA R T, MACHADO R, BERGAMASCHI MACM (2005). A importância do exame andrológico em bovinos. **Cir. Téc.**, 41:1516-4111.

BERGMANN JAG (1993). Melhoramento genético da eficiência reprodutiva em bovinos de corte. **Cong Bras de Reprod Anim.**, 80-86.

BLOM E (1973). The ultrastructure of some characteristic sperm defects and a proposal for a new classification of the bull spermogram. **Nord. Vet. Med.**, 25:383-391.

BLOMMAERT D, SERGEANT N, DELEHEDDE M, JOUY N, MITCHELL V, FRANCK T, DONNY I, LEJEUNE JP, SERTEYN D (2019). Expression, localization, and concentration of A-kinase anchor protein 4 (AKAP4) and its precursor (proAKAP4) in equine semen: Promising marker correlated to the total and progressive motility in thawed spermatozoa. **Theriog.**, 131:52-60.

CARDOSO FF (2009). Ferramentas e estratégias para o melhoramento genético de bovinos de corte. **Bem. Pec. Sul.**, ed. 1, doc. 83.

CARDOSO FF, CARDELLINO RA, CAMPOS LT (2001). Fatores Ambientais sobre escores de avaliação visual à desmama em bezerros Angus criados no Rio Grande do Sul. **Rev. Bras. de Zootec.**, 30:318-325.

CHASE Jr CC, CHENOWETH PJ, LARSEN RE, OLSON TA, HAMMOND AC, MENCHACA MA, RANDEL RD (1997). Growth and reproductive development from weaning through 20 months of age among breeds of bulls in subtropical Florida. **Theriog.**, 47:723-745.

COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL (CBRA, 2013). **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal.**, 104.

COSTA E SILVA EV, QUEIROZ VLD, COSTA FILHO LCC, FERREIRA BX, FORTUNATO AAD, SOUZA CC, OLIVEIRA VM, ZUCCARI CESN (2017). Ultrassonografia testicular como recurso de diagnóstico na andrologia bovina. **Embrapa.**, 41:195-229.

CYRILLO JSG, RAZOOK AG, FIGUEIREDO LA, BONILHA NETO LM, RUGGIERI A. C, TONHATI H (2000). Efeitos da seleção para peso pós desmama sobre medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho (SP). **Rev. Bras. Zootec.**, 29:403-412.

DIAS JC, ANDRADE VJ, FRIDRICH AB, SALVADOR DF, VALE FILHO VR, CORRÊA AB (2006). Estimativas de parâmetros genéticos de características reprodutivas de touros Nelore, de dois e três anos de idade. **Arq. Bras. de Med. Vet. Zootec.**, 58:388-393.

DIAS LT, EL FARO L, FRIES LO, ALBUQUERQUE LG (2000). Estimativas de parâmetros genéticos para perímetro escrotal e idade ao primeiro parto em animais da raça Nelore. **Reun. da Soc. Bras. de Zootec.**, 37:223-225.

FARREL PB, FOOTE RN, MCARDLE MM, TROUERN-TREND VL, TARDIF AL (1996). Media and dilution procedures tested to minimize handling effects on human, rabbit and bull sperm for computer-assisted sperm analysis (CASA). **J. Androl.**, 17:293-300.

FERRAZ FILHO PB, RAMOS AA, SILVA LOC (2002). Tendência genética dos efeitos direto e materno sobre os pesos a desmama e pós-desmama de bovinos da raça tabapuã no Brasil. **Rev. Bras. de Zootec.**, 31:635-640.

FRENEAU GE (2011). Aspectos da morfologia espermática em touros. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, 35:160-170.

FONSECA VO (2000). O touro no contexto da eficiência reprodutiva do rebanho. **Inf Agropec.**, 21:48-63.

FONSECA VO, BERGMANN JAG, FRANCO CS (1997). Potencial reprodutivo de touros da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) acasalados com elevado número de vacas. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, 49:53-62.

FONSECA VO, FRANCO CS, AZEVEDO NA, OLIVEIRA LZ, MONTEIRO GA, CAVALCANTI LFL, MOLINA LR (2020). Potencial reprodutivo (PR) de touros Nelore avaliados por parâmetros andrológicos e comportamento sexual. Classificação por pontos: nova proposição. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, 72:1102-1112.

FONSECA VO, SANTOS NR, MALINSKI PR (1997). Classificação andrológica de touros zebus (*Bos taurus indicus*) com base no perímetro escrotal e características morfofísicas do sêmen. **Rev. Bras. de Reprod. Anim.**, 21:36-39.

FONSECA VO, VALLE FILHO VR, MIES FILHO A, ABREU JJ (1992). Procedimentos para exame andrológico e avaliação de sêmen animal. **Cong. Bras. de Reprod. Anim.**

FOOTE RH (1999). Bull sperm surface "craters" and other aspects of semen quality. **Theriog.**, 51:767-775.

GODFREY RW, DODSON RE (2005). Breeding soundness evaluations of Senepol bulls in the US Virgin Islands. **Theriog.**, 63:831-840.

GRESSLER SL (1998). Estudo de fatores de ambiente e parâmetros genéticos de algumas características reprodutivas em animais da raça Nelore. **Esc. de Vet. UFMG** (Dissertação de Mestrado), 149.

HAFEZ ESSE, HAZEZ B (2004). **Reprod. Anim.**, 513.

JÚNIOR CPB, BORGES LS, SOUSA PHAA, OLIVEIRA MRA, CAVALCANTE DH, ANDRADE TV, BARROS CD, JÚNIOR SCS (2016). Melhoramento genético em bovinos de corte (bos indicus). **Nutri time.**,13:4558-4564.

KARSBURG JHH (2003). **Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaças medidas por ultrassonografia e de desenvolvimento ponderal em bovinos da raça Santa Gertrudes.** Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-20112003141652/publico/3431938.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2022.

KEALEY CG, MACNEIL MD, TESS MW, GEARY TW, BELLOWS RA (2006). Genetic parameter estimates for scrotal circumference and sêmen characteristics of Line 1Hereford bulls. **J. Anim. Sci.**, 84:283-290.

KRAEMER M, FILLION C, MARTIN-PONT B, AUGER J (1998). Factors influencing human sperm kinematic measuring by the celltrak computer-assisted sperm analysis system. **Hum Reprod.**, 13:611-619.

LAGERLOF N (1934). Morphologische Untersuchungen uber. Veranderim spermabild und in den Hoden bei Bulle mit Verminderter oder auf gehobe ver Fertilitat. **Ac. Pathol Microb. Scand.**, 1:254.

LAUREANO MMM, BOLIGON AA, COSTA RB, FORNI S, SEVERO JLP, ALBUQUERQUE LG (2011). Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, 63:143-152.

LARREAL H, TROCONIZ J, BELTRAN (1988). Scrotal circumference, testicular consistency, body weight changes and semen traits in Nelore bulls. **J. Anim. Sci.**, 73:446.

LIMA FPC, XAVIER PR, BERGMANN JAG, MARQUES JÚNIOR AP (2013). Perímetro escrotal e características seminais de touro da raça Nelore selecionados para precocidade sexual. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, 65:1603-1608.

LIRA T, ROSA EM, GARNERO AV (2008). Parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte (revisão). **Cienc. Anim. Bras.**, 9:1-22.

LÔBO RB, DE LOS REYES BA, BEZERRA FLA (1996). Avaliação genética de touros, matrizes e animais jovens. **Depart de Gen. FMRPUSP.**, 88.

Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal (CBRA, 1998). Belo Horizonte., 2.ed, 49.

MASCIOLI AS, EL FARO L, ALENCAR MM, FRIES LA, BARBOSA PF (2000). Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos e análise de componentes principais para características de crescimento na raça Canchim. **Rev. Bras. Zootec.**, 29:1654-1660.

MARCONDES CR (2000). Análise de alguns critérios de seleção para características de crescimento na raça Nelore. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, 52:83-89.

MERCADANTE MEZ, PACKER IU, RAZOOK AG, CYRILLO JNSG, FIGEUIREDO LA (2002). Dias ao parto de fêmeas Nelore de um experimento de seleção para crescimento, I- modelo de repetibilidade. **Rev. Bras. Zootec.**, 31:1715-1725.

MONTEIRO FM, OLIVEIRA LZ, OLIVEIRA CS, TETZNER TAD, MERCADANTE M EZ, BRANCO RH, GARCIA JM (2011). Avaliação andrológica de touros jovens de diferentes raças selecionados para peso pós-desmama. **B. Indústr. Anim.**, 68:037-043.

MOSER DW, BERTRAND JK, BENYSHEK LL, MC CANN MA, KISER TE (1996). Effect selection for scrotal circumference in Limousin bulls on reproductive and growth traits of progeny. **J. Anim. Sci.**, 74:2052-2057.

PALMER CW (2005). Welfare aspects of theriogenology: Investigating alternatives to electroejaculation of bulls. **Theriog.**, 64:469-479.

PEREIRA JCC (1999). Melhoramento genético aplicado à reprodução animal. **Ed. FEP-MVZ.**, 493.

PIMENTA FILHO EC, MARTINS GA, SARMENTO JLR (2001). Estimativas de herdabilidade de efeitos direto e materno de características de crescimento de bovinos Guzará, no estado da Paraíba. **Rev. Bras. Zootec.**, 30:1220-1223.

QUEIROZ LCR, BRUNES LC, MAGNABOSCO CU, OLIVEIRA E COSTA MF, BALDI REY FS, CASTRO LM, SANTOS MF, SILVA FNO. **Evolução genética e fenotípica para características de crescimento pré-desmama em bovinos da raça nelore sob seleção para precocidade sexual** (2017). Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1083105/1/EvolucaoogeneticaefenotipicaparaCaracteristicasdecrescimentopreDesmamaembovinosdaracaneloreSobselecaoapraprecocidadese sexual.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2020.

QUIRINO CR (1999). Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares, características seminais e libido em touros nelore. **Universidade Federal de Minas Gerais** (Tese de Doutorado em Ciência Animal).

QUIRINO CR, BERGMANN JAG, VALE FILHO VR, ANDRADE VJ, REIS SR, MENDONÇA RM, FONSECA CG (2004). Genetic parameters of libido in Brazilian Nelore bulls. **Theriog.**, 62:1-7.

RAZOOK AG, FIGUEIREDO LA, CYRILLO JNSG, PACOLA LJ, BONILHA NETO L M, TROVO JBF, RUGGIERI AC, MERCADANTE MEZ (1997b). Prova de Ganho de Peso. Normas adotadas pela Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho. **Instituto de Zootecnia**, Nova Odessa, (Boletim Técnico nº 40), 33.

SAACKE RGA (1998). Fertility: Are we getting the job done?. **NAAB Techn. Conf. Artif. Insem. Reprod.**, 17:6-12.

SALVADOR DF, DIAS JC, VALE FILHO VR (2002). Perfil andrológico de touros da raça Nelore com três e quatro anos de idade, criados extensivamente em condições do estado do Mato Grosso do Sul. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, 26:64-67.

SARREIRO LC, BERGMANNI JAG, QUIRINO CR, PINEDA NR, FERREIRA VCP, SILVA MA (2002). Herdabilidade e correlação genética entre perímetro escrotal, libido e características seminais de touros Nelore. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, 54:602-608.

SILVA MR (2009). Estudo genético quantitativo das características andrológicas de touros jovens da raça nelore. **Univers. Estadual Paulista** (Tese de Doutorado). Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104935/silva_mr_dr_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 mai 2022.

SILVA AEDF, UNANIAN MM, CORDEIRO CMT, FREITAS AR (2002). Relação da circunferência escrotal e parâmetros da qualidade de sêmen em touros da raça Nelore, PO. **Rev. Bras. Zootec.**, 31:1157-1165.

SILVEIRA TS (2004). Estádio de maturidade sexual e estimativo de parâmetros genéticos e fenotípicos de características reprodutivas e ponderais, em touros da raça nelore. **Universidade Federal de Viçosa** (Dissertação de Mestrado em Medicina Veterinária).

SMITH BA, BRINKS JG, RICHARDSON GV (1989). Estimation of genetic parameters among breeding soundness examination components and growth traits in yearling bulls. **J. Anim. Sci.**, 67:2892-2896.

THUNDATHIL J, PALASZ AT, BARTH AD, MAPLETOFT RJ (2001a). The use of in vitro fertilization techniques to investigate the fertilizing ability of bovine sperm with proximal cytoplasmic droplets. **Anim. Reprod. Sci.**, 65:181-192.

VALE FILHO VR, FONSECA VO, FRENEAU GE, GUIMARÃES JD, CASTRO VM, MELO MIV (1993). Desenvolvimento testicular e maturidade sexual em bovinos. **Cad. Téc. Esc. Vet. UFMG.**, 63-75.

VERSTEGEN J, IGUER-OUADA M, ONCLIN K (2002). Computer assisted semen analyzers in andrology research and veterinary practice. **Theriog.**, 57:149-79.

VIEIRA A, LOBATO JFP, CORREA ES (2005). Produtividade e eficiência de vacas nelore em pastagem de brachiaria decumbens stapf nos cerrados do Brasil central. **Rev. Bras. Zootec.**, 34:1357-65.

VIU MAO, MAGNABOSCO CU, FERRAZ HT, GAMBARINI ML, OLIVEIRA FILHO B D, LOPES DT, VIU AMF (2006). Desenvolvimento ponderal, biometria testicular e qualidade seminal de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) criados extensivamente na região centro-oeste do Brasil. **Arch. Vet. Sci.**, 11:53-57.

WALTERS AH, EYESTONEB WE, SAACKER RG, PEARSONA RE, GWAZDAUSKAS FC (2005). Bovine embryo development after IVF with spermatozoa having abnormal morphology. **Theriog.**, 63:1925-1937.

YOKOO MJI, ALBUQUERQUE LG, LÔBO RB, SAINZ RD, CARNEIRO JÚNIOR J M, BEZERRA LAF, ARAUJO FRC (2007). Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. **Rev. Bras. Zootec.**, 36.

CAPÍTULO 2- Estudo das características andrológicas de touros da raça nelore e caracu selecionados para peso pós desmama

RESUMO- O objetivo do estudo foi investigar a relação entre idade, peso corporal, perímetro escrotal e qualidade de sêmen em touros Nelore e Caracu selecionados para peso pós-desmama. Foram utilizados dados de avaliação andrológica de 836 touros nascidos entre 2000 e 2019, sendo 583 animais da raça Nelore (*Bos indicus*) e 253 animais da raça Caracu (*Bos taurus*). Os animais foram divididos em categorias de acordo com a idade e a fase reprodutiva no momento da avaliação, contendo na categoria 1 animais de 20 a 23 meses ($22 \pm 0,76$ meses e $518 \pm 94,17$ Kg), categoria 2 animais de 24 a 35 meses (30 ± 42 meses e $679 \pm 137,19$ Kg) e categoria 3 animais com idade igual ou superior a 36 meses ($60 \pm 14,12$ meses e $907 \pm 161,73$ Kg). Os dados obtidos foram comparados com a raça e idade. A análise estatística incluiu efeitos da raça, categoria de idade, data de coleta de sêmen e interação raça e categoria de idade e foi realizada pelos procedimentos GLM, GBLUP e BLUP do programa estatístico SAS ($P < 0,05$). As estimativas de herdabilidade foram calculadas pelo método ssGBLUP usando os programas da família BLUPF90. A maioria das características andrológicas estudadas melhorou conforme o aumento da idade e peso corporal. A herdabilidade para PE foi de alta magnitude (0,45), enquanto para motilidade, vigor, turbilhonamento, defeitos espermáticos maiores, menores e defeitos totais foram baixas estimativas de herdabilidade (0,11, 0,01, 0,04, 0,01, 0,01, 0,01, respectivamente). Foi observado que as correlações de Spearman dos valores genéticos para P378 e PE com parâmetros seminais foram fracas. Os resultados obtidos mostraram que os touros Nelore e Caracu selecionados para P378 apresentam melhor qualidade seminal e maior PE conforme maior idade e peso corporal. Touros selecionados para peso pós desmama apresentam alta herdabilidade para PE. Além disso, touros Nelore de maiores valores genéticos para P378 e PE apresentam fraca correlação de Spearman com parâmetros seminais.

Palavras-chave: bovinos, características andrológicas, peso, perímetro escrotal, touros.

1. INTRODUÇÃO

O melhoramento genético é utilizado como importante instrumento na pecuária de corte, através do qual os animais conseguem aumentar a produção e a lucratividade do rebanho, sendo a eficiência reprodutiva considerada uma das principais características econômicas (Dias *et al.*, 2006). O mérito genético dos animais pertencentes a programas de melhoramento genético para peso corporal pode ser estimado quando o animal ainda é jovem, reduzindo a idade de início de

utilização dos touros na reprodução e o intervalo entre as gerações na população selecionada (Razook *et al.*, 1997b). Deste modo, rebanhos que possuem característica de elevada precocidade sexual e fertilidade possibilitam maior intensidade seletiva das próximas gerações, consequentemente, progressos genéticos mais elevados.

O exame andrológico é o método utilizado para obter as informações que possibilitarão avaliar o desempenho reprodutivo dos machos, sendo fundamental para a seleção de animais com padrões reprodutivos superiores e para descarte de touros sub-férteis ou inférteis (Fonseca *et al.*, 2020). Nesse exame é realizada a avaliação física e morfológica do sêmen, sendo análises importantes para o conhecimento do perfil quantitativo e qualitativo da produção seminal dos reprodutores, sendo um aspecto relevante para incremento da fertilidade geral do rebanho (Rege *et al.*, 2000).

Dentre as características reprodutivas analisadas no exame andrológico, o perímetro escrotal possui alta relevância, sendo incluso como critério de seleção nos programas de melhoramento genético. Essa característica é de fácil mensuração e apresenta correlações positivas com aspectos reprodutivos de machos e fêmeas e características ponderais (Sesana *et al.*, 2007). Além disso, é sabido que animais selecionados para peso corporal tendem a apresentar maior PE e, consequentemente, maior produção de espermatozóides (Júnior *et al.*, 2016). Já com relação à seleção direta das demais características reprodutivas, como aspectos físicos e morfológicos do sêmen, é notado a dificuldade de execução visto que, a reprodução é um processo complexo e os aspectos reprodutivos altamente influenciados pela idade do animal e ambiente.

Diante dessa dificuldade, algumas ferramentas são utilizadas a fim de melhor avaliar os parâmetros genéticos dessas características, como a estimativa de herdabilidade. Esse parâmetro possui alta relevância nos programas de melhoramento genético, pois mede a capacidade de transmissão de características favoráveis às progênies, auxiliando na estratégia a ser utilizada e promovendo maior direcionamento da adequada seleção nos rebanhos (Evangelista *et al.*, 2019). A herdabilidade para PE é considerada alta, sendo relatado por vários autores com o coeficiente entre 0,37 e 0,71 (Dias *et al.*, 2000, Sarreiro *et al.*, 2002, Silveira *et al.*, 2004, Filho *et al.*, 2020), entretanto, a estimativa de herdabilidade para características

físicas e morfológicas são consideradas baixas por serem altamente influenciadas pelo ambiente (Siqueira *et al.*, 2013).

Em razão da importância de conhecer a relação da seleção para peso corporal com as características reprodutivas nos machos, o objetivo do presente estudo foi investigar a relação entre idade, peso corporal, perímetro escrotal e qualidade de sêmen em touros Nelore e Caracu selecionados para peso pós-desmama.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e animais

Para a formação do arquivo dos dados base, foram consideradas informações recolhidas do banco de dados de exame andrológico, realizados entre os anos de 2006 e 2021, do Centro Avançado de Pesquisa e Desenvolvimento de Bovinos de Corte, unidade de pesquisa do Instituto de Zootecnia, Sertãozinho-SP. Foram utilizadas as informações de 836 touros, pertencentes ao programa de melhoramento genético para ganho de peso, nascidos entre os anos 2000 e 2019, sendo 583 animais da raça Nelore (*Bos indicus*) e 253 animais da raça Caracu (*Bos taurus*).

Os animais foram agrupados em três categorias de idade de acordo com a fase reprodutiva em que se encontravam no momento da avaliação andrológica, sendo a categoria 1: animais de 20 a 23 meses ($22 \pm 0,76$ meses e $518 \pm 94,17$ Kg), categoria 2: animais de 24 a 35 meses ($30 \pm 4,42$ meses e $679 \pm 137,19$ Kg) e categoria 3: animais ≥ 36 meses ($60 \pm 14,12$ meses e $907 \pm 161,73$ Kg). Os touros foram mantidos em sistema de pasto em piquetes constituídos de capim colônia (*Panicum maximum*) e braquiária (*Brachiaria brizantha*) e água *ad libitum*.

2.2 Prova de ganho de peso

A prova de ganho de peso é um teste de desempenho individual em que os animais são avaliados por meio de índice que leva em conta o ganho médio diário em

confinamento e o peso final padronizado aos 378 dias (P378). Resumidamente, após o desmame (média de 7 meses de idade), os machos são introduzidos na prova de ganho de peso, permanecendo por um período de seis meses. No início da prova os animais são pesados em jejum e o peso é padronizado aos 210 dias. Após, são pesados a cada 56 dias. Ao final da prova, os machos têm o peso padronizado aos 378 dias (P378), tendo em média 13 meses de idade. Os animais com melhor desempenho na prova de ganho de peso permanecem no rebanho e ao completarem 24 meses são submetidos a avaliação andrológica. (Razook *et al.*, 1997b).

2.3 Dados

Os dados são referentes a avaliação andrológica dos touros selecionados para P378, em coleta única de sêmen. As informações foram colhidas conforme o número de registro dos animais e foi verificada a data de nascimento, ano de realização da avaliação andrológica e o peso dos animais no momento do exame. Após, foram analisados os dados de perímetro escrotal (realizado com o auxílio de uma fita métrica posicionada na região mais larga do escroto) e a consistência testicular (escore 1-5). A coleta de sêmen foi realizada pelo método de eletroejaculação.

Foram colhidas informações sobre o volume do ejaculado (mL), turbilhonamento (escore 0-5), vigor espermático (escore 1-5), concentração espermática, motilidade total (%) e defeitos espermáticos maiores, menores e totais (%). Foram observadas as médias ajustadas e desvio padrão das médias das características reprodutivas em relação à raça e categoria de idade nos touros Nelore e Caracu. A análise da interação da raça com categoria de idade foi realizada em ambas as raças, porém não demonstrou diferença em nenhuma variável analisada. A maior amostra dos animais Nelore pertencentes ao programa de melhoramento genético para ganho de peso possibilitou realizar a estimativa de herdabilidade por conter o banco de dados com maiores informações genéticas.

2.4 Colheita e avaliação de sêmen

As colheitas de sêmen foram realizadas com os touros mantidos em tronco de contenção e utilizando o método de eletroejaculação (Autojac®, Neovet®, Uberaba, Minas Gerais, Brasil). A mensuração do perímetro escrotal foi realizada com auxílio de uma fita milimetrada (unidade centímetro) e aferida no maior diâmetro dos testículos. A consistência testicular foi obtida pela palpação testicular (escore de 1-5). Após a colheita do sêmen, foi avaliado o volume (mL); turbilhonamento (feito em microscopia comum, diretamente na lâmina com uma gota de sêmen “in natura”, em aumento de 40 vezes, escore de 0-5), vigor (escore de 1-5), motilidade (%) e concentração espermática (avaliada em Câmara de Neubauer).

Para análise da morfologia espermática, cada alíquota de sêmen foi diluída em solução de formol salina a 4% e a morfologia espermática avaliada sob microscopia de contraste de fase. Foi realizada contagem de 200 células por amostra, conforme recomendação do CBRA (2013), e as alterações morfológicas classificadas em defeitos maiores, menores e totais (Blom, 1973).

2.5 Análise

Peso, PE, volume, turbilhonamento (Turb), vigor, motilidade total (Mot), concentração (Conc), defeitos maiores (Dma), defeitos menores (Dme) e defeitos totais (DT) foram testadas quanto à normalidade. Porém, Turb, Mot, Dma, Dme e DT não apresentaram distribuição normal e foi realizada a transformação pela metodologia Box & Cox (1964) para estabilizar ou reduzir a variabilidade existente e normalizar os resíduos.

2.5.1 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa “*Statistical Analysis System*” (SAS® 9.4 version, Inc., Cary, NC, US), utilizando o procedimento PROC GLM. Foi ajustado o seguinte modelo estatístico: $y = \mu + \text{raça} + \text{categoria de idade} + \text{dcoleta} + \text{raça} \times \text{categoria de idade} + e$, em que, y = variável resposta; μ = média geral; raça = efeito da raça (Caracu, Nelore); categoria = efeito

da categoria de idade ($i = 1, 2, 3$); d_{coleta} = efeito da data de coleta do sêmen (1,...,40); e = erro aleatório.

As médias foram ajustadas pelo método dos quadrados mínimos ("LSMEANS") e comparadas, quando necessário, por meio da probabilidade da diferença ("PDIFF"). Foram realizadas as correlações de Spearman do valor genético de peso corporal padronizado aos 378 dias (P378) e perímetro escrotal (PE) com características andrológicas como turbilhonamento, motilidade total, vigor, concentração espermática, defeitos maiores, menores e totais de defeitos e com patologias de defeitos maiores como patologia de acrossoma, gota protoplasmática proximal, patologia de cabeça, formas teratológicas, peça intermediária e patologia de cauda, e com defeitos menores como patologia de cabeça isolada normal, abaxial, retroabaxial e oblíqua, cauda dobrada ou enrolada e gota protoplasmática distal em ambas as raças. Também foi estimado a herdabilidade dos animais da raça Nelore para perímetro escrotal, motilidade espermática, vigor espermático, turbilhonamento, defeitos espermáticos maiores, menores e total de defeitos.

Os valores genéticos de P378 e PE da amostra dos animais Nelore do presente estudo foram estimados em uma avaliação genética contendo 5.101 e 3.807 animais com fenótipo para P378 e PE, 2.256 animais com dados genotípicos e 12.594 animais no pedigree, utilizando a metodologia single-step GBLUP. Os valores genéticos de P378 e PE da amostra dos animais Caracu foram estimados em uma avaliação genética contendo 1.824 e 908 animais com fenótipo para P378 e PE, e 4.668 animais no pedigree, utilizando a metodologia BLUP.

2.5.2 Parâmetros genéticos

Os componentes de variância e covariância foram estimados pelo método *single-step genomic best linear unbiased prediction* (ssGBLUP), em modelo animal bicaracterístico, usando os programas da família BLUPF90. As estimativas de herdabilidade foram obtidas nas análises bicaracterísticas com o PE1ano (perímetro escrotal mensurado aos 13 meses de idade (373 ± 26 dias) nos machos nascidos de 1990 a 2019, do Instituto de Zootecnia-Sertãozinho-SP).

Para as características PE, Turb, Mot, Vigor, Dma, Dme e DT foram incluídos no modelo os efeitos aleatórios genéticos aditivos diretos, os efeitos fixos de data da coleta, e a covariável idade à coleta em dias (efeito linear e quadrático). Para a característica PE1ano foram incluídos no modelo os efeitos aleatórios genético aditivo, além do efeito fixo de grupo contemporâneo (ano de nascimento x rebanho x mês de nascimento), e idade do animal à mensuração como covariável (efeito linear).

Para análise bi-característica, o banco de dados com informações de PE1ano continha 3.637 animais, filhos de 325 bovinos. O banco de genótipos continha 2.256 animais, sendo 775 animais genotipados com *chip Illumina BovineHD BeadChip*, 425 animais com GGP *Indicus* HD 90K e 158 animais com chip GGP *Indicus* 50k. Os animais genotipados com painéis de menor densidade foram imputados para o painel HD usando o *software FImpute* v.2.2 (Sargolzaei et al., 2014). O arquivo de genealogia continha 6.356 animais.

3. RESULTADOS

Na Tabela 1 estão apresentadas as médias de quadrados mínimos e erro padrão da média do peso corporal, perímetro escrotal e parâmetros seminais dos touros da raça Nelore e Caracu de diferentes categorias de idade. As medidas de perímetro escrotal (PE) entre as categorias de idade em cada raça foram menores em animais mais jovens em ambas as raças ($P<0001$). Quando comparado às raças, touros Nelore apresentaram menor PE do que touros Caracu em todas as categorias de idade ($P<0001$).

O volume do ejaculado não diferiu entre as raças ($P=0,38$) e categorias de idade ($P=0,12$). O valor médio do escore de turbilhonamento foi menor na categoria de 20 a 23 meses ($P<0001$) e entre raças não foi observado diferença ($P=0,95$). Vigor e concentração espermática não tiveram diferenças entre as raças ($P=0,58$ e $0,85$) e categorias de idade ($P=0,09$ e $0,10$). Quando comparado a motilidade total entre as categorias de idade em cada raça, menores valores foram observados em touros Nelore e Caracu na categoria de 20 a 23 meses de idade ($P<0001$).

Com relação aos defeitos espermáticos, foi observado maior porcentagem de defeitos maiores em animais ≥ 36 meses em ambas as raças ($P=0,003$). Os defeitos menores diferiram entre as categorias de idade em cada raça, obtendo maior porcentagem na categoria de 24 a 35 meses em ambas as raças ($P=0,01$). O total de defeitos não diferiu entre as raças ($P=0,59$) e categorias de idade ($P=0,32$).

As médias de quadrados mínimos e erro padrão da média referente às patologias de defeitos espermáticos estão apresentadas na Tabela 2. Com relação aos defeitos espermáticos maiores, nas patologias de acrossoma, gota citoplasmática proximal, patologias de cabeça e formas teratológicas não foram observadas diferenças entre as raças ($P=0,17$, $0,22$, $0,06$ e $0,08$, respectivamente) e categorias de idade ($P=0,51$, $0,15$, $0,72$ e $0,12$, respectivamente).

Nas patologias de peça intermediária foi observado diferença entre as categorias de idade em cada raça, demonstrando maior porcentagem em Nelore na categoria de 20 a 23 meses e em Caracu na categoria de 24 a 35 meses ($P=0,009$). As patologias de cauda diferiram entre as categorias de idade em cada raça, tendo maior porcentagem na categoria ≥ 36 meses em ambas as raças ($P<0001$). Nas patologias de defeitos menores foi observado diferença entre as raças na porcentagem de defeitos de cabeça isolada normal, no qual touros Nelore apresentaram maior porcentagem que Caracu em todas as categorias de idade ($P=0,03$). Patologias de espermatozoides abaxial, retroabaxial e oblíqua não apresentaram diferença entre as raças ($P=0,69$) e categorias de idade ($P=0,46$).

Houve diferença entre as categorias de idade em cada raça na patologia de cauda dobrada ou enrolada, com maior porcentagem na categoria de 24 a 35 meses em ambas as raças ($P<0001$). Gota citoplasmática distal apresentou diferença entre as categorias de idade em cada raça, com maior porcentagem na categoria de 24 a 35 meses em ambas as raças ($P<0001$).

Tabela 1. Média estimada ($\pm$ erro padrão) das características andrológicas entre as diferentes categorias de idade de touros das raças Nelore e Caracu.

Variáveis	Nelore			Caracu			P value raça	P value categoria
	Categoria de idade			Categoria de idade				
	20-23 m (n=415)	24-35 m (n=90)	≥ 36 m (n=78)	20-23 m (n=183)	24-35 m (n=47)	≥ 36 m (n=23)		
Peso	526±5 ^c	680±12 ^b	897±13 ^a	503±8 ^c	672±17 ^b	917±23 ^a	0,74	<0001
PE (cm)	32,5±0,1 ^{cB}	34,3±0,3 ^{bB}	38,5±0,3 ^{aB}	35,6±0,2 ^{cA}	37,1±0,4 ^{bA}	41,6±0,5 ^{aA}	<0001	<0001
Volume (mL)	5,2±0,1	5,8±0,2	5,7±0,3	5,3±0,2	5,6±0,3	5,1±0,5	0,38	0,12
Turbilhonamento	1,7±0,1 ^b	2,2±0,1 ^a	2,1±0,1 ^{ab}	1,70±0,1 ^b	2,2±0,2 ^a	2,02±0,2 ^{ab}	0,95	<0001
Vigor	3,7±0,1	3,6±0,1	3,7±0,1	3,8±0,1	3,6±0,1	3,8±0,2	0,58	0,09
Motilidade (%)	56±0,5 ^b	60±1,0 ^a	60±1,1 ^a	55±0,7 ^b	60±1,4 ^a	58±2,1 ^{ab}	0,38	<0001
Conc (10 ⁶ /mm ³)	432±1	451±4	564±4	470±2	471±5	526±7	0,85	0,10
Defeitos maiores (%)	9,3±0,5 ^b	8,6±0,1 ^b	12,6±1 ^a	10,5±0,6 ^b	8,3±1 ^c	12,95±1 ^a	0,47	0,003
Defeitos menores (%)	5,02±0,4 ^b	9,5±0,8 ^a	5,8±0,8 ^b	6,07±0,5 ^b	8,6±1 ^a	4,09±1 ^c	0,71	0,01
Defeitos totais (%)	14,4±0,6	18,1±1	18,4±1	16,5±0,9	16,9±1	17,04±2	0,59	0,32

PE: perímetro escrotal; Conc: concentração espermática. Letras minúsculas sobrescritas na mesma linha indicam diferenças estatísticas nas categorias de idade dentro da mesma raça ($P < 0,05$). Letras maiúsculas sobrescritas na mesma linha indicam diferenças estatísticas das mesmas categorias de idade entre as raças ($P < 0,05$). Interação da raça com categoria de idade foi realizada em ambas as raças, porém não demonstrou diferença em nenhuma variável analisada ($P < 0,05$).

Tabela 2. Média estimada ($\pm$ erro padrão) das patologias de defeitos espermáticos maiores e defeitos espermáticos menores nos touros Nelore e Caracu.

Variáveis	Nelore			Caracu			<i>P value</i> raça	<i>P value</i> categoria
	Categoria de idade			Categoria de idade				
	20-23 m (n=415)	24-35 m (n=90)	≥36 m (n=78)	20-23 m (n=183)	24-35 m (n=47)	≥36 m (n=23)		
Defeitos Maiores (%)								
Acrossoma	0,4±0,1	0,2±0,1	0,3±0,1	0,2±0,1	0,3±0,1	0,10±0,1	0,17	0,51
GPP	1,7±0,2	2,7±0,4	1,8±0,4	1,4±0,3	2,02±0,6	1,3±0,8	0,22	0,15
Patologia Cabeça	0,9±0,1	0,7±0,2	0,8±0,2	0,4±0,2	0,5±0,3	0,2±0,4	0,06	0,72
Formas Teratológicas	0,007±0,01	0,001±0,1	0,02±0,02	0,03±0,01	0,001±0,02	0,08±0,03	0,08	0,12
Peça Intermediária	0,09±0,01 ^a	0,02±0,02 ^b	0,02±0,02 ^b	0,05±0,02 ^b	0,1±0,03 ^a	0,04±0,05 ^b	0,27	0,009
Patologia Cauda	5,6±0,4 ^b	4,6±0,7 ^b	9,3±7 ^a	7,8±0,5 ^b	5,1±1 ^c	10,9±1 ^a	0,06	<0001
Defeitos Menores (%)								
Cabeça Isolada Normal	1,9±0,2 ^A	1,9±0,4 ^A	1,8±0,4 ^A	1,3±0,3 ^B	1,1±0,6 ^B	0,61±0,8 ^B	0,03	0,71
Abaxial, Retro, Oblíqua	0,29±0,03	0,31±0,1	0,35±0,1	0,37±0,1	0,47±0,1	0,19±0,1	0,69	0,46
Cauda Dobrada/Enrolada	1,5±0,2 ^b	4,03±0,4 ^a	2,07±0,5 ^b	1,4±0,3 ^b	3,6±0,6 ^a	1,4±0,8 ^b	0,40	<0001
GPD	1,08±0,2 ^b	3,1±3,8 ^a	1,4±0,4 ^b	2,01±0,3 ^b	3,3±0,5 ^a	1,7±0,8 ^b	0,23	<0001

GPP: gota citoplasmática proximal; GPD: gota citoplasmática distal. Letras minúsculas sobrescritas na mesma linha indicam diferenças estatísticas nas categorias de idade dentro da mesma raça ($P < 0,05$). Letras maiúsculas sobrescritas na mesma linha indicam diferenças estatísticas das mesmas categorias de idade entre as raças ($P < 0,05$). Interação da raça com categoria de idade foi realizada em ambas as raças, porém não demonstrou diferença em nenhuma variável analisada ($P < 0,05$).

As estimativas de componentes de variância genético aditiva, residual e herdabilidade com o erro padrão estão apresentadas na Tabela 3. As estimativas de herdabilidade variaram de $0,017 \pm 0,006$ a $0,45 \pm 0,08$. Perímetro escrotal apresentou alta herdabilidade, entretanto, motilidade, vigor, turbilhonamento, defeitos maiores, menores e defeitos totais demonstraram baixa herdabilidade.

Tabela 3. Estimativas de componentes de variância genético aditiva (σ_a), residual (σ_r) e herdabilidades (h^2) de perímetro escrotal e características seminais de touros Nelore.

Características	σ_a	σ_r	h^2
PE	2,14	2,65	$0,45 \pm 0,08$
MOT	8,91	69,86	$0,11 \pm 0,05$
VIG	0,01	0,54	$0,019 \pm 0,01$
TURB	0,006	0,12	$0,047 \pm 0,06$
DMA	0,003	0,17	$0,017 \pm 0,009$
DME	0,003	0,22	$0,017 \pm 0,006$
DT	0,003	0,18	$0,019 \pm 0,009$

PE: perímetro escrotal; MOT: motilidade; VIG: vigor; TURB: turbilhonamento; DMA: defeitos espermáticos maiores; DME: defeitos espermáticos menores; DT: defeitos espermáticos totais.

Na Tabela 4 estão apresentadas as correlações de Spearman do valor genético de peso corporal e perímetro escrotal com características andrológicas de touros Nelore e Caracu. Na raça Nelore, P378 demonstrou correlação baixa e negativa com motilidade (-0,12), baixa e positiva com vigor (0,16) e concentração (0,14) e baixa e negativa com defeitos espermáticos maiores (-0,11) e defeitos totais (-0,09). Com relação ao valor genético de PE, foi observado correlação baixa e positiva com turbilhonamento (0,09), motilidade (0,13) e vigor (0,15) e baixa e negativa com defeitos espermáticos maiores (-0,10) e defeitos totais (-0,11). A raça Caracu, em relação ao P378 obteve correlação baixa e negativa com motilidade (-0,18) e baixa e positiva com vigor (0,20) e concentração (0,28).

Tabela 4. Correlações de Spearman do valor genético de peso corporal (P378) e perímetro escrotal (PE) com características andrológicas dos touros Nelore e Caracu.

		TURB	MOT	VIGOR	CONC	DMA	DME	DT
NELORE	VGP378	-	-0,12	0,16	0,14	-0,11	-	-0,09
	VGPE	0,09	0,13	0,15	-	-0,10	-	-0,11
CARACU	VGP378	-	-0,18	0,20	0,28	-	-	-
	VGPE	-	-	-	-	-	-	-

TURB: turbilhonamento; MOT: motilidade total; CONC: concentração; DMA: defeitos espermáticos maiores; DME: defeitos espermáticos menores; DT: defeitos espermáticos totais; VGP378: valor genético de peso aos 378 dias; VGPE: valor genético de perímetro escrotal mensurado há um ano ($P < 0,05$).

4. DISCUSSÃO

No presente estudo foi avaliado a relação entre idade, peso corporal, perímetro escrotal e qualidade de sêmen em touros Nelore e Caracu selecionados para peso pós-desmama. Identificar características que se correlacionam como peso corporal e PE é necessário, visto que são medidas de fácil mensuração e que possuem relação com o potencial reprodutivo do animal (Mello, 2014). Deste modo, foi observado que o peso corporal, PE e parâmetros seminais diferiram entre as categorias de idade e entre raças, sendo que animais mais velhos e com peso maior apresentaram maior PE em relação a animais com menor peso.

Monteiro *et al.*, (2011) relataram em touros jovens de raças Zebuínas e Caracu a importância do peso corporal no tamanho do PE e na qualidade seminal, deste modo foi relatado que animais da mesma idade e com peso maior apresentaram maiores PE e melhores parâmetros seminais que touros mais leves. Neste mesmo estudo, as médias de PE em touros Nelore ($32,3 \pm 1,9$ cm) e Caracu ($34,3 \pm 2,7$ cm) observadas por Monteiro *et al.*, (2011) foram semelhantes ao relatado na categoria de touros de 20 a 23 meses do presente estudo. Godfrey e Dodson (2005), Lopes *et al.*, (2013) e Fonseca *et al.*, (2019) também relataram médias semelhantes para PE em touros *Bos taurus* e *Bos indicus* avaliados em idades similares a categoria de 24 a 35 meses e ≥ 36 meses. Segundo Vale Filho *et al.*, (1993) existem variações nas medidas de PE entre as raças bovinas, deste modo foi observado que, mesmo a raça Nelore apresentando menor PE que a raça Caracu, não foi observado diferença na qualidade

seminal. As médias para PE em relação à idade e peso corporal avaliada neste estudo estão similares com as obtidas na literatura.

Os aspectos físicos do sêmen apresentaram melhores resultados conforme o avanço da idade em ambas as raças sendo relatado evoluções semelhantes por Schmidt-Hebbel *et al.*, (2000) e Fonseca *et al.*, (2019). De modo geral, as médias obtidas estão de acordo com o Manual de Exame Andrológico (CBRA, 2013). Mesmo a motilidade espermática não atingindo a média de 70% preconizada pelo CBRA, a mesma apresentou porcentagem acima de 50%, como estabelecido pelo Certificado Andrológico por Pontos (CAP) em ambas as raças, onde classifica touros com motilidade acima de 50% como bons, muito bons ou excelentes (Guimarães *et al.*, 2011).

Os percentuais de defeitos espermáticos tendem a serem maiores nas fases iniciais da vida reprodutiva e diminuindo com o avanço da idade e a maturidade sexual (Fonseca *et al.*, 1997), porém foi observado maiores porcentagens de defeitos maiores em animais mais velhos e com maior peso corporal. Segundo Fonseca *et al.*, (2019), esses defeitos persistem em reprodutores com qualidade reprodutiva questionável e com degenerações testiculares, deste modo, o fator idade e repouso sexual podem ter contribuído para o resultado. Por outro lado, a maior porcentagem de defeitos espermáticos menores foi na categoria de touros com idade entre 24-35 meses, provavelmente essa categoria ainda tem animais em fase de amadurecimento sexual e também animais que serão avaliados para a próxima estação de monta e com um ano de repouso sexual.

Com relação às patologias espermáticas, foi observado nos defeitos maiores diferença entre as idades em patologia de peça intermediária e cauda. Apesar da diferença nas categorias de idade na patologia de peça intermediária, a frequência de observação foi muito baixa em ambas as raças. Por outro lado, a frequência observada de patologia de cauda, em defeitos maiores, foi maior nos animais mais velhos em ambas as raças. A patologia de cauda está diretamente ligada aos processos degenerativos dos testículos e problemas no epidídimo (Arriola *et al.*, 1985). Um dos prováveis fatores para a maior frequência de patologias de cauda em touros mais velhos é o maior tempo de repouso sexual dos animais entre as avaliações andrológicas.

Nas patologias de defeitos espermáticos menores, foi observado diferença entre as raças em relação a patologias de cabeça isolada normal, apresentando maior porcentagem na raça Nelore. Ainda foi observado diferença entre as idades em patologia de cauda dobrada ou enrolada e gota protoplasmática distal (GPD). Apesar dessas patologias apresentarem diferenças entre raças e categoria de idade, podemos observar, de maneira geral, baixa frequência e porcentual dentro dos parâmetros aceitáveis em um exame de andrológico em touros.

Para determinar as características com capacidade de transmissão do progenitor para a progênie é utilizado a estimativa de herdabilidade (Euclides Filho, 1999). A estimativa de herdabilidade obtido no presente estudo para PE (0,45) está de acordo com estudos que relataram resultados entre 0,43 e 0,47 (Sesana *et al.*, 2007; Rochetti *et al.*, 2007; Filho *et al.*, 2020) demonstrando alta herdabilidade para a mesma característica, manifestando a existência da variabilidade genética aditiva favorável para selecionar touros com base no PE. Para motilidade espermática o resultado obtido foi semelhante ao relatado por Dias *et al.*, (2006) de 0,10 e superior ao demonstrado por Sarreiro *et al.*, (2002) de 0,01 e Filho *et al.*, (2020) de 0,07. Os mesmos autores relataram valores superiores, porém de baixa herdabilidade para vigor espermático (0,03 a 0,08). Com relação aos defeitos maiores, menores e totais a herdabilidade obtida no presente estudo foi inferior ao relatado por Dias *et al.*, (2006) de 0,16, 0,09, 0,11, respectivamente e Filho *et al.*, (2020) de 0,49, 0,17 e 0,39, respectivamente. De modo geral, é consensual entre os autores que a herdabilidade para os aspectos físicos e morfológicos do sêmen seja baixa, principalmente quando comparadas com a herdabilidade de características biométricas do testículo, não possuindo respaldo para incluí-las nos modelos de seleção por serem altamente influenciadas pelo ambiente (Siqueira *et al.*, 2013).

No presente estudo foram observadas correlações fracas entre valor genético de peso corporal (P378) e PE com parâmetros seminais em touros Nelore e Caracu. Segundo Pimentel e Silva (2010), quando a herdabilidade estimada para determinada característica é alta, é um bom indicador que o valor genético será alto, deste modo, podemos observar no presente estudo que a herdabilidade para as características físicas e morfológicas do sêmen foram baixas, logo observamos baixas correlações de P378 e PE com aspectos seminais. Baixas correlações foram relatadas por Pastore

et al., (2008) na raça Nelore entre PE e peso aos 345 dias com aspectos físicos e morfológicos do sêmen. Silva (2009) também relatou correlações baixas entre o ganho de peso aos 345 dias e peso corporal aos 550 dias com características reprodutivas em touros Nelore. Diante das fracas correlações observadas, provavelmente a seleção para peso não está alterando a qualidade espermática de touros Nelore e Caracu selecionados para peso pós desmama.

5. CONCLUSÃO

Animais da raça Nelore e Caracu selecionados para peso pós desmama apresentam, de modo geral, melhor qualidade seminal conforme o aumento da idade e peso corporal.

Touros Nelore selecionados para peso pós desmama apresentam alta herdabilidade para PE, reforçando a importância da inclusão dessa característica nos programas de melhoramento genético.

Animais Nelore de maiores valores genéticos para P378 e PE apresentam fraca correlação de Spearman com parâmetros seminais.

REFERÊNCIAS

ARRIOLA J, JOHNSON LA, KAPROTH M, FOOTEI RHA (1985). Specific oligoteratozoospermia in a bull: the sperm tail stump defect. **Theriog.**, 23:899-913.

BLOM E (1973). The ultrastructure of some characteristic sperm defects and a proposal for a new classification of the bull spermogram. **Nord. Vet. Med.**, 25:383-391.

BOX GEP; COX DR (1964). An analysis of transformations. **J. R. Soc.**, 26:211-252.

COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL (CBRA, 2013). **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal.**, 104.

DIAS JC, ANDRADE VJ, FRIDRICH AB, SALVADOR DF, VALE FILHO VR, CORRÊA AB, SILVA MA (2006). Estimativas de parâmetros genéticos de características reprodutivas de touros Nelores, de dois e três anos de idade. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, 58:388-393.

DIAS LT, EL FARO L, FRIES LO, ALBUQUERQUE LG (2000). Estimativas de parâmetros genéticos para perímetro escrotal e idade ao primeiro parto em animais da raça Nelore. **Reun. da Soc. Bras. de Zootec.**, 37:223-225.

EVANGELISTA AF, CAVALCANTE DH, FONSECA WJL, BARROS JUNIOR CP, CAMPELO JEG, SOUSA JÚNIOR SC (2019). Herdabilidade de características de crescimento em bovinos da raça Nelore utilizando métodos da máxima verossimilhança restrita e interferência bayesiana. **Arch. Zootec.**, 68(263): 440-445.

EUCLIDES FILHO K (1999). Melhoramento genético animal no Brasil: fundamentos, história e importância. **Embrapa: gado de corte.**, 63. (Documentos, 75).

FILHO IC, MARQUES DBD, CAMPOS CF, GUIMARÃES JD, GUIMARÃES SEF, LOPES OS, SILVA FF, VARONEZE R (2020). Genetic parameters for fertility traits in Nellore bulls. **Reprod. Dom. Anim.**, 55:38-43.

FONSECA VO, SANTOS NR, MALINSKI PR (1997). Classificação andrológica de touros zebus (*Bos taurus indicus*) com base no perímetro escrotal e características morfofísicas do sêmen. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, 21:36-39.

FONSECA VO, SOUZA CF, AZEVEDO NA, OLIVEIRA LZ, MONTEIRO GA, CAVALCANTI LFL, MOLINA L (2019). R. Parâmetros reprodutivos de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) criados a pasto, em diferentes faixas etárias. **Arq. Bras. Med Vet. Zootec.**, 71:385-392.

FONSECA VO, FRANCO CS, AZEVEDO NA, OLIVEIRA LZ, MONTEIRO GA, CAVALCANTI LFL, MOLINA LR (2020). Potencial reprodutivo (PR) de touros Nelore avaliados por parâmetros andrológicos e comportamento sexual. Classificação por pontos: nova proposição. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, 72:1102-1112.

GUIMARÃES JD, GUIMARÃES SEF, SIQUEIRA JB, PINHO RO, ELER JP, FERRAZ JBS, SILVA MR, BORGES JC (2011). Seleção e manejo reprodutivo de touros zebu. **Rev. Bras. Zootec.**, 40:379-388.

GODFREY RW, DODSON RE (2005). Breeding soundness evaluations of Senepol bulls in the US Virgin Islands. **Theriog.**, 63:831-840.

JÚNIOR CPB, BORGES LS, SOUSA PHAA, OLIVEIRA MRA, CAVALCANTE DH, ANDRADE TV, BARROS CD, JÚNIOR SCS (2016). Melhoramento genético em bovinos de corte (bos indicus). **Nutri time.**, 13:4558-4564.

LOPES FG, KOETZ JUNIOR C, BARCA JÚNIOR FA (2013). Maturidade sexual e classificação andrológica por pontos (CAP) em touros jovens da raça Nelore puros de origem (PO). **Biosc. Journ.**, 29:168-173.

MELLO RRC (2014). Puberdade e maturidade sexual em touros. **Agrop. Cient. Semiár.**, 10:11-28.

MONTEIRO FM, OLIVEIRA LZ, OLIVEIRA CS, TETZNER TAD, MERCADANTE ME Z, BRANCO RH, GARCIA JM (2011). Avaliação andrológica de touros jovens de diferentes raças selecionados para peso pós-desmama. **B. Indústr. Anim.**, 68:037-043.

PASTORE AA, TONIOLO GH, LÔBO RB, FERNANDES MB, VOZZI PA, VILLA RA, GALERANI MAV, ELIAS FP, CARDILLI DJ (2008). Características biométricas, testiculares, seminais e parâmetros genéticos de touros pertencentes ao programa de melhoramento genético da raça Nelore. **Ars. Vet.**, 24:134-141.

PIMENTEL SM, SILVA EA (2010). Correlações entre perímetro escrotal e características reprodutivas da progênie. **Fazu em Revista**, 7:177-185.

RAZOOK AG, FIGUEIREDO LA, CYRILLO JNSG, PACOLA LJ, BONILHA NETO L M, TROVO JBF, RUGGIERI AC, MERCADANTE MEZ (1997b). Prova de Ganho de Peso. Normas adotadas pela Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho. **Instituto de Zootecni**, (Boletim Técnico nº 40), 33.

REGE JEO, TOE F, MUKASA-MUGERWA E, TEMBELY S, ANINDO D, BAKER RL, LAHLOU-KASSI A (2000). Reproductive characteristics of Ethiopian highland sheep II. Genetic parameters of semen characteristics and their relationships with testicular measurements in ram lambs. **S. Rumin. Research.**, 37:173-187.

ROCHETTI RL, ELER JP, CINTRA DC, MATTOS EC, FERRAZ JBS, BALIEIRO JCC (2007). Estimativas de parâmetros genéticos para características reprodutivas em bovinos na raça Nelore. **Reun. Soc. Bras. Zootec.**, 3.

SARREIRO LC, BERGMANNI JAG, QUIRINO CR, PINEDA NR, FERREIRA VCP, SILVA MA (2002). Herdabilidade e correlação genética entre perímetro escrotal, libido e características seminais de touros Nelore. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, 54:602-608.

SCHMIDT-HEBBEL J, TONIOLLO GH, LEITE FG (2000). Desenvolvimento reprodutivo e alterações do peso corporal em touros jovens das raças Gir, Guzerá, Nelore (*Bos taurus indicus*) e Caracu (*Bos taurus taurus*) I. Biometria testicular. **Ars. Vet.**, 16:178-187.

SESANA RC, ALBUQUERQUE LG, SILVA JAV, SESANA JC (2007). Estimativas de herdabilidade e correlação genética do perímetro escrotal, medido em diferentes idades, em animais Nelore. **Reun. Soc. Bras. Zootec.**, 3.

SILVA MR (2009). Estudo genético quantitativo das características andrológicas de touros jovens da raça nelore. **Univers. Estadual Paulista** (Tese de Doutorado). Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104935/silva_mr_dr_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 mai 2022.

SIQUEIRA JB, GUIMARÃES JD, PINHO RO (2013). Relação entre perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas em bovinos de corte: Uma revisão. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, 37:3-13.

SILVEIRA TS (2004). Estádio de maturidade sexual e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características reprodutivas e ponderais, em touros da raça Nelore. **Univers. Federal Viçosa** (Dissertação de Mestrado). Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/5042/1/texto%20completo.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2022.

VALE FILHO VR, FONSECA VO, FRENEAU GE (1993). Desenvolvimento testicular e maturidade sexual em bovinos. **Cad. Técn. Escola Vet. UFMG**, 63-75.