



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PEDRO LEONARDO FERNANDES DOS SANTOS

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA
CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E ESCORES VISUAIS
MEDIDOS AO SOBREANO DE BOVINOS DA RAÇA BRAFORD**

Salvador

2016

PEDRO LEONARDO FERNANDES DOS SANTOS

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA
CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E ESCORES VISUAIS
MEDIDOS AO SOBREANO DE BOVINOS DA RAÇA BRAFORD**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Bermal Costa

Salvador

2016

Sistemas de Bibliotecas - UFBA

Santos, Pedro Leonardo Fernandes dos.

Estimativas de parâmetros genéticos para características reprodutivas e escores visuais medidos ao sobreano de bovinos da raça Braford / Pedro Leonardo Fernandes dos Santos. - 2016.
53 f.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Bernal Costa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Salvador, 2016.

1. Bovino. 2. Bovino - Melhoramento genético. 3. Bovino - Raças. 4. Braford (Bovino).
5. Gado - Genética. I. Costa, Raphael Bernal. II. Universidade Federal da Bahia. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

CDD - 636.2

CDU - 636.2

PEDRO LEONARDO FERNANDES DOS SANTOS

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA
CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E ESCORES VISUAIS
MEDIDOS AO SOBREANO DE BOVINOS DA RAÇA BRAFORD**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Em 10 de março de 2016

Banca Examinadora

À

Minha família pelo apoio, paciência e orientações.

Anna Beatriz, minha filha, que trouxe felicidade em todas as etapas desse estudo.

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Frank pelos conselhos e ensinamentos.

À Prof^a Dr^a Maria Belma Gumes Fernandes.

AGRADECIMENTOS

A todos os meus professores da graduação, sem eles não teria chegado até aqui.
Foi muito bom reencontrá-los!

Ao meu orientador Prof. Dr. Raphael Bernal Costa por toda a atenção e dedicação neste trabalho. Valeu!

A colega Luana pelo incentivo.

A Universidade Federal da Bahia.

Ao Programa de Melhoramento Genético da Conexão Delta Gen por ceder os registros zootécnicos.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia pelo aporte financeiro via bolsa de estudos.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para execução deste estudo.

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que
ninguém viu, mas pensar o que ninguém
ainda pensou sobre aquilo que todo
mundo vê”*

(Arthur Schopenhauer ★1788 †1860)

RESUMO

O objetivo deste estudo foi estimar a herdabilidade e correlações genéticas entre perímetro escrotal ajustado à idade e ao peso (PEip); idade ao primeiro parto (IPP) e escores visuais ao sobreano de: conformação (CS); precocidade (PS) e musculatura (MS), visando à possibilidade de inclusão dessas características como critérios de seleção em um programa de melhoramento genético de bovinos da raça Braford. Para isso foi utilizado um conjunto de dados contendo 120.297 registros com todas as composições raciais para Nelore e Hereford, cedidos pelo programa de melhoramento genético da Conexão Delta Gen, criados em sistema extensivo de produção a pasto, nascidos entre 1992 e 2012 em 40 fazendas localizadas nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Os animais foram agrupados em quatro estações de nascimento. Para cada característica em estudo foram criados grupos de contemporâneos. Para a formação do grupo de contemporâneos para Peip, foram concatenados os registros dos animais pertencentes à mesma fazenda, nascidos na mesma estação e ano e do mesmo grupo de manejo Peip. Os grupos de contemporâneos para IPP foram semelhantes ao grupo de contemporâneos Peip, exceto pelo grupo de manejo, que foi considerado da desmama ao sobreano. Para os grupos contemporâneos de conformação, precocidade e musculatura foram utilizados grupos de manejo específicos para cada uma das medidas efetuadas, bem como o sexo do animal. Para estimar os componentes de variância e (co)variância utilizou-se inferência Bayesiana com o auxílio do programa GibbsF90 e uma matriz de parentesco contendo 153.800 animais, aplicando-se um modelo animal multicaracterística. A convergência da cadeia de Gibbs foi verificada usando os programas: POSTGIBBSF90 e o programa R, utilizando o critério de Geweke. Para os gráficos de traços foi utilizado o software GNUPLOT. A partir das variâncias genéticas: aditiva direta (θ_d) e variância residual (θ_e) foram calculadas as variâncias fenotípicas para cada uma das características e posteriormente as herdabilidades (h^2). Os coeficientes de herdabilidade estimados para PEip (0,265); IPP (0,167); CS (0,086); PS (0,177); MS (0,163). As seguintes correlações genéticas foram estimadas PEip x IPP (-0,24); PEip x CS (-0,25); PEip x PS (0,083); PEip x MS (-0,05); IPP x CS (0,014); IPP x PS (-0,08); IPP x MS (0,036). A seleção para Peip acarretará redução na IPP; a utilização de escores visuais não trará mudanças na IPP.

Palavras-chave: características, reprodutivas, escores, herdabilidade, correlações

ABSTRACT

The objective of this study was to estimate the heritability and genetic correlations between scrotal circumference adjusted to age and weight (PEip); age at first calving (IPP) and visual scores at yearling for: conformation (CS), finishing (PS) and muscling (MS) aiming to determine the possible inclusion of those traits as a selection criteria on a data program, containing 120.297 registers with every race composition for Nelore and Hereford cattle that was given by *Delta* Gen Connection improvement program, grazed within extensive livestock farming in Brazil's south, southeast and middle east region. All the animals were grouped into four seasons of birth. Contemporary groups were created for each trait studied. To create the PEip contemporary group, the registers of animals belonging to the same farm, born on the same season and year and belonging to the same management group were associated. The contemporary groups for IPP were similar to the PEip ones except for the management group that considered the year of weaning at yearling. Specific management groups for each measured taken as well as the animal sex were used to form the contemporary groups of conformation, finishing and muscling. The variance and covariance components were estimated using Bayesian inference with the help of GibbsF90 program and a parenting matrix containing 153.800 animals applying a multi-characteristic model. The Gibbs chain convergence was verified using the Geweke criteria the following programs: POSTGIBBSF90 and Program R. The software GNU PLOT was used to make the trace graphic. The phenotypic variance for each one of the traits and later the heritability were calculate from the direct additive (σ_d) and the residual variance (σ_e). The estimated heritability coefficients were: PEip (0,265); IPP (0,167); CS (0,086); PS (0,177); MS (0,163) The following genetic correlation were estimated PEip x IPP (-0,24); PEip x CS (-0,25); PEip x PS (0,083); PEip x MS (-0,05); IPP x CS (0,014); IPP x PS (-0,08); IPP x MS (0,036). The selection for PEip will reduce the IPP, except for CS and OS, the others scores contribute positively to the PEip and IPP selections.

Key words: traits, reproductive, scores, heritability, correlations

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estatísticas descritivas dos dados: perímetro escrotal padronizado para idade e peso (PEip); idade ao primeiro parto (IPP); conformação ao sobreano (CS); precocidade ao sobreano (PS); musculatura ao sobreano (MS).....	37
Tabela 2: Estimativas dos componentes de (co)variância das características: perímetro escrotal ajustado a idade e peso (PEip); idade ao primeiro parto (IPP); conformação ao sobreano(CS); precocidade ao sobreano (CS); musculatura ao sobreano (MS) e herdabilidade (h^2).....	41
Tabela 3: Correlações genéticas (r_g) entre as características: perímetro escrotal ajustado à idade e ao peso (PEip); idade ao primeiro parto (IPP); conformação ao sobreano (CS); precocidade ao sobreano (PS); musculatura ao sobreano (MS).....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABHB	Associação Brasileira de Hereford e Braford
BLUP	Best Linear Unbiased Predictor
BSE	Encefalopatia Espongiforme Bovina
CPMU	Conformação, Precocidade, Musculatura e Umbigo
CS	Conformação ao sobreano
CV	Coefficiente de Variação
DP	Desvio Padrão
GC	Grupo de Contemporâneos
IC	Intervalo de Credibilidade
IPP	Idade ao primeiro parto
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
MCE	Monte Carlo Error
MCMC	Monte Carlo Markov Chain
MS	Musculosidade ao Sobreano
PEip	Perímetro Escrotal Ajustado à Idade e ao Peso
PIB	Produto Interno Bruto
PS	Peso ao Sobreano
USDA	United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

<u>1 INTRODUÇÃO.....</u>	<u>13</u>
<u>1.1 Objetivos Gerais.....</u>	<u>15</u>
<u>1.2 Objetivos específicos.....</u>	<u>15</u>
<u>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</u>	<u>17</u>
<u>2.1 Bovinos Braford.....</u>	<u>17</u>
<u>2.2 Características reprodutivas.....</u>	<u>17</u>
<u>2.2.1 Perímetro escrotal.....</u>	<u>18</u>
<u>2.2.2 Idade ao primeiro parto.....</u>	<u>19</u>
<u>2.3 Escores visuais.....</u>	<u>20</u>
<u>2.4 Parâmetros Genéticos.....</u>	<u>21</u>
<u>2.4.1 Herdabilidade.....</u>	<u>21</u>
<u>2.4.2 Correlações genéticas.....</u>	<u>22</u>
<u>2.5 Inferência Bayesiana.....</u>	<u>23</u>
<u>2.5.1 Informação a priori.....</u>	<u>26</u>
<u>2.5.2 Método de Monte Carlo via cadeias de Markov.....</u>	<u>26</u>
<u>2.5.3 Amostragem de Gibbs.....</u>	<u>26</u>
<u>2.5.4 Diagnóstico da convergência.....</u>	<u>27</u>
<u>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</u>	<u>29</u>
<u>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</u>	<u>32</u>
<u>5 CONCLUSÃO.....</u>	<u>37</u>
<u>REFERÊNCIAS.....</u>	<u>38</u>

LISTA DE SÍMBOLOS

h^2	Herdabilidade
r^2	Correlação
θ	Parâmetro
$p(\theta y)$	Distribuição <i>a posteriori</i> dos parâmetros
$p(\theta)$	Distribuição <i>a priori</i> dos parâmetros
$p(y)$	Distribuição marginal das observações
\propto	Proporcional
σ_d	Variância genética aditiva direta
σ_e	Variância Residual
\pm	Mais ou Menos

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, segundo dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), em 2014 o agronegócio foi o responsável por cerca de 22% do Produto Interno Bruto (PIB), o que representa R\$ 1,1 trilhão de reais, compreendendo a 30% do total arrecadado, com perspectivas de incremento nos próximos anos devido à expansão do mercado e queda de embargos. O quadro positivo das exportações, aliado ao aumento do consumo interno, tem demandado uma constante reestruturação da bovinocultura, visando a suprir as exigências do mercado relacionadas à qualidade e ao preço.

O aumento significativo das exportações brasileiras coincidiu com a impossibilidade de os tradicionais exportadores mundiais abastecerem o mercado internacional pelo surgimento da febre aftosa e da encefalopatia espongiforme bovina (BSE) ou “doença da vaca louca” (PEREIRA, 2009) . A retração decorrente desse problema sanitário elevou substancialmente o volume das exportações, levando o país a conquistar, desde 2003, o posto de maior exportador mundial de carne. Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2015), o Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, sendo o segundo maior produtor de carne, perdendo a primeira posição para os Estados Unidos, que ainda indicam um aumento no comércio global de carne bovina em 3% ao ano.

A posição privilegiada alcançada pelo país não reflete o aproveitamento do rebanho brasileiro, que detém uma baixa taxa de desfrute, 20,3%, quando comparado a países como Estados Unidos e Austrália com percentuais de 35,5% e 33%, respectivamente (USDA, 2015). De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, para acompanhar a demanda mundial, o Brasil precisará aumentar em 49% sua produção de carne bovina e elevar o percentual de exportação para 81% até o ano de 2030 (ROBINSON; POZZI, 2011).

Baseado nesse cenário, o país deve recorrer a uma melhor produtividade do rebanho, utilizando critérios que permitam identificar animais com características indicadoras de precocidade sexual e fertilidade. Animais mais precoces e mais férteis iniciam a reprodução em um menor tempo, possibilitando o aumento do número de crias por período, acarretando uma maior produtividade e, conseqüentemente, uma maior taxa de desfrute.

Animais mais precoces e com altas taxas de fertilidade devem ser utilizados como melhoradores das próximas gerações. Para isso deve ser iniciado o processo de incorporação dessa característica no rebanho, por meio da fixação de alelos favoráveis na população. A fixação consiste em utilizar esses animais como pais das gerações futuras, permitindo que parte dos genes responsáveis pela expressão sejam transmitidos aos filhos (SILVA, 2009).

Rebanhos selecionados para elevada precocidade sexual e fertilidade produzem um maior número de crias, possibilitando uma maior intensidade de seleção (PIRES et al., 2015). A complexidade que envolve a seleção para características reprodutivas de fertilidade e precocidade vai da coleta à análise estatística (SILVA et al., 2005). Para identificar animais mais precoces e férteis, características que apresentem variabilidade genética e que possuam correlação genética com outras importantes têm sido utilizadas (GRESSLER, 2004).

Pode-se destacar, dentre as características reprodutivas em machos, o perímetro escrotal (PE), característica que também está relacionada à precocidade em fêmeas. Em estudo, Mackinnon et al. (1990) sustentam que os hormônios responsáveis pelo desenvolvimento testicular em machos são os mesmos que estimulam o crescimento inicial dos ovários. Em fêmeas, a idade ao primeiro parto (IPP) é o indicativo da vida reprodutiva e a seleção por essa característica pode reduzir o intervalo entre gerações (YOKOO et al., 2012).

As características reprodutivas são feitas de forma objetiva, ou seja, é necessário constatar, por meio de mensurações, os registros que determinarão modelos matemáticos que serão utilizados para seleção. Por outro lado, características morfológicas podem ser um bom indicador do desenvolvimento uniforme do rebanho e são realizadas de forma subjetiva. Nessa forma de seleção são atribuídas pontuações para avaliações visuais, também chamadas de escores visuais, em que o elemento determinante é a experiência do avaliador. Uma das vantagens de sua utilização, de acordo com Boligon e Albuquerque (2010), é a facilidade em avaliar vários animais sem a necessidade de submetê-los a mensurações com contenção, reduzindo o custo com a mão de obra e agilizando o processo de avaliação da característica.

Segundo Long (1973)¹ apud Carreño (2011), as metodologias utilizadas

1 LONG, R. A. El sistema de evaluación de Ankony y su aplicación en la mejora del ganado. **Colorado: Ankony Corporation**, 1973.

atualmente para avaliação de escore visual são derivadas da metodologia Ankony, que considerava a aparência individual dos animais e atribuía valores inteiros de 1 a 10 para determinar animais com biótipos desejáveis em ordem crescente de escolha.

No Brasil, a CPMU (Conformação, Precocidade, Musculatura e Umbigo) é uma das metodologias mais utilizadas por associações e programas de melhoramento para avaliar a condição corporal dos animais (FARIA et al., 2007). Koury Filho et al. (2009) demonstraram, em seu estudo sobre estimação de parâmetros genéticos em animais Nelore, que os escores visuais apresentam coeficiente de herdabilidade de moderado a alto.

A herdabilidade é um parâmetro que permite identificar quanto da variação fenotípica total, em uma população, é devida a efeitos aditivos dos genes e que poderá ser herdada; sua determinação auxiliará a antever o progresso genético no rebanho, conferindo confiabilidade ao valor fenotípico. Baixa estimativa de herdabilidade é evidência que parte da variação da característica em estudo é ocasionada pelos diferentes ambientes aos quais o indivíduo foi exposto ou a efeitos genéticos não aditivos. Já altas estimativas de herdabilidade são indícios de que diferenças genéticas aditivas são as responsáveis pela variação (SILVA, 2009). Sendo assim, a obtenção das estimativas de herdabilidade vai permitir verificar se determinada característica será herdada pela progênie.

Em ocasiões em que a característica possui baixa herdabilidade, expressão tardia ou mesmo as aferições são difíceis, é possível avaliar uma característica de forma indireta, encontrando associações genéticas com outras características. A correlação mede quanto de uma característica selecionada pode interferir na expressão de uma outra, em maior ou menor grau (SILVA, 2009).

1.1 Objetivos Gerais

Estimar componentes de (co)variância para características morfológicas e reprodutivas em um rebanho com várias composições genéticas de bovinos da raça Braford, utilizando inferência Bayesiana.

1.2 Objetivos específicos

Estimar a herdabilidade e correlações genéticas entre perímetro escrotal, idade ao primeiro parto e escores visuais de conformação, precocidade e musculatura,

visando à possibilidade de inclusão dessas características como critérios de seleção em um programa de melhoramento genético de bovinos da raça Braford.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Bovinos Braford

A raça surgiu na Flórida, Estados Unidos, na década de 1960, pelo cruzamento entre zebuínos Brahma (3/8) com taurinos Hereford (5/8), objetivando obter a rusticidade, resistência aos ectoparasitas e adaptação aos trópicos dos zebuínos com o temperamento dócil, fertilidade, habilidade materna e qualidade de carne provenientes dos taurinos (ADAMS JÚNIOR, 2007). Buscam-se, nessas raças ditas sintéticas ou compostas, os benefícios que podem ser obtidos pelas fontes de variação aditivas e não aditivas, especialmente de dominância (EUCLIDES FILHO, 2000).

O sucesso do cruzamento impulsionou a criação, ainda na década de 1960, da *International Braford Association* (IBA) com sede no Texas. Os primeiros animais registrados foram comercializados em 1979; desde então o rebanho Braford se espalhou pelas regiões Sul e Sudoeste dos Estados Unidos (ADAMS JÚNIOR, 2007).

No Brasil, a introdução do Braford ocorreu na década 1980 por iniciativa da Associação de Criadores de Hereford e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) do Rio Grande do Sul, utilizando taurínos Hereford (5/8) e zebuínos Nelore (3/8), sendo reconhecida como raça pelo MAPA na Portaria 587 de 5 de junho de 2003 (ABHB, 2016).

O macho Braford é fértil, viril e bem adaptado às condições de reprodução a campo além de possuir massa muscular bem distribuída. A Fêmea é precoce e fértil, inicia a reprodução precocemente a partir dos 14 meses de idade, possui boa habilidade materna e desmama bezeros entre 6 e 8 meses com 50% do peso materno (ABHB, 2016).

2.2 Características reprodutivas

A reprodução é fundamental para perpetuação das espécies, é através dela que são gerados novos indivíduos e são garantidas condições para evolução. Os processos de reprodução sexuada são bem definidos dentro das espécies, mas a base genética e molecular de cada uma das inúmeras etapas envolvidas é pouco conhecida.

Sob a perspectiva comercial da criação de bovinos, a reprodução fornecerá subsídios para indicar a eficiência e a lucratividade do setor, uma vez que novos animais comporão o rebanho e possibilitarão a incorporação de características

produtivas. A incorporação se dará pela transmissão de genes desejáveis dessas características para os filhos. No entanto, essa transmissão pode envolver a ação não apenas de um, mas de vários pares de genes, o que dificulta a identificação individual.

A lucratividade dos rebanhos comerciais pode ser incrementada ao identificar critérios de seleção mais acurados que possam levar ao desenvolvimento de estratégias que sejam custo-efetivas, definidos por objetivos de seleção claros (Amer et al., 2001).

Os melhores animais a serem selecionados para uma dada característica de interesse, devido à alta complexidade que envolve o processo reprodutivo, serão submetidos a mensurações e processos que envolvam a criação de registros sobre seu desempenho e que reflitam a ocorrência, ou não, e a eficiência dos processos reprodutivos.

A precocidade sexual e a fertilidade do rebanho são fatores relacionados ao desempenho reprodutivo com impactos importantes sobre a produção de bovinos. Rocha e Lobato (2002) esclarecem: “a importância da idade das vacas ao primeiro parto reside na redução do intervalo de gerações, na capacidade de afetar o progresso genético do rebanho, no peso e número de bezerros comercializáveis”.

A seleção direta para características reprodutivas em bovinos é de difícil execução, sendo necessária a identificação de caracteres que possam ser selecionados indiretamente, tenham variabilidade genética e sejam correlacionados.(MARTÍNEZ-VELÁZQUEZ et al., 2003).

2.2.1 Perímetro escrotal

Comumente em machos adota-se, como característica indicadora de precocidade e fertilidade, a medida do perímetro escrotal ou circunferência escrotal. O desenvolvimento mais pronunciado dos testículos ocorre próximo à puberdade, e é desencadeado por uma maior produção hormonal; posteriormente este aumento está associado ao tamanho corporal (PIMENTEL et al., 2010).

Pesquisas indicam correlação genética favorável entre o perímetro escrotal, qualidade seminal e produção espermática (QUIRINO, 1999; KEALEY et al., 2006). Embora avaliado em machos, o perímetro escrotal possui correlação genética favorável para características reprodutivas em fêmeas como idade ao primeiro parto. Terakado (2011) sugere, com base em estudos, que a idade ao primeiro parto pode ser reduzida quando se selecionam machos com base no perímetro escrotal aos 12 meses de idade

em animais da raça Nelore.

2.2.2 Idade ao primeiro parto

Nas fêmeas, segundo Borba et al. (2011), a idade da primeira parição será o indicativo da vida reprodutiva. Malhado et al. (2013) observaram, em um estudo com animais no Nordeste do Brasil, um aumento significativo na idade ao primeiro parto, associando o achado às condições de criação dos animais.

Para Laureano et al. (2011), a redução da idade ao primeiro parto em fêmeas diminui o tempo em que estas ficam ociosas no rebanho, implicando o aumento no número de bezerros.

Para Costa (2013), alguns produtores incorrem em erro ao selecionar fêmeas pelo peso ou a idade como critério de início da vida reprodutiva, uma vez que não são consideradas as fêmeas que iniciaram a vida reprodutiva precocemente; isso reduz o conjunto de animais a serem avaliados e, conseqüentemente, a variabilidade genética da característica entre os indivíduos, além de não permitir avaliar a precocidade sexual.

O estudo de diferentes modelos para avaliar a idade ao primeiro parto na Nelore revelou discrepâncias nas estimativas de parâmetros genéticos. O critério utilizado para considerar os efeitos no modelo provoca grandes alterações nas estimativas; o motivo é que a idade ao primeiro parto é dependente do manejo reprodutivo e da idade das fêmeas introduzidas para reprodução (BOLIGON et al., 2008).

A inclusão de todas as fêmeas, as que pariram e as que falharam, contribui significativamente para aumentar a variabilidade genética para a idade ao primeiro parto (DIAS et al., 2004).

2.3 Escores visuais

A influência do ambiente e a composição genética podem produzir animais com condições corporais diferentes. Em certa época, selecionar animais com maior peso independente da idade significava obter na terminação aqueles extremamente pesados, porém sem identificar quais os mais precoces.(KOURY FILHO et al., 2010). O excesso de peso em animais pode comprometer a fertilidade.(JORGE et al., 2004).

Alguns programas de melhoramento preconizavam a pesagem dos animais de acordo com a idade e, além disso, a atribuição de pontos (escores) para características mensuradas visualmente, de forma escalonada com origem no sistema americano Ankony (DIBIASE, 2006). Dessa forma, foi dado início a nova metodologia de seleção de animais.

Escores visuais permitem diferenciar, dentro de um grupo de animais, aqueles mais uniformes ao considerar a distribuição de peso pelo corpo e a altura, evitando que animais altos e com musculatura pouco desenvolvida sejam selecionados em detrimento daqueles com porte médio e musculatura bem desenvolvida.

Inúmeros métodos de avaliação visual foram desenvolvidos para serem utilizados na identificação de animais mais precoces para terminação ou que tenham melhor musculatura e tamanho ideal. Os escores de Conformação(C) Precocidade(P) e Musculatura(M) são derivados do sistema Ankony com o diferencial de utilizar uma escala de medidas discretas e não absolutas como referência, além de uma escala reduzida com valores entre 1 e 5, aplicados a cada característica dentro de um grupo de manejo (FARIA et al. 2009). Nessa forma de avaliação, os animais tidos como extremos: ótimos ou superiores e inferiores, respectivamente, recebem o maior e menor valor da escala, e os medianos valor 3 (DIBIASI, 2010).

A seleção por escores visuais de conformação, precocidade e musculatura pode promover mudanças genéticas favoráveis na idade ao primeiro parto e no perímetro escrotal em animais da raça Nelore por serem geneticamente correlacionados (BOLIGON et al., 2010).

A característica conformação considera, com o animal ainda vivo, a carcaça esperada em um frigorífico. Precocidade tenta determinar se o animal tem potencial ao acabamento ideal sem excesso de peso. Musculatura visa a estipular o desenvolvimento dos músculos da paleta, lombo e quarto traseiro (QUEIROZ et al.,

2009).

Os dados provenientes de escores possuem natureza discreta e não apresentam distribuição normal, no entanto a maioria dos modelos utilizados em melhoramento os consideram como contínuos, ignorando a sua natureza (LUO et al., 2002).

2.4 Parâmetros Genéticos

Características ligadas à produção animal são expressas por muitos pares de genes, e a contribuição de cada gene, individualmente, para expressão é pequena. A influência do ambiente sobre a expressão dessas características é acentuada, dessa forma um mesmo genótipo pode se expressar de diferentes formas (SILVA, 2009).

Essas diferenças observadas serão a base para determinar, dentre as características de interesse, aqueles indivíduos que devem ser pais da próxima geração. O valor de uma característica atribuída a um indivíduo denomina-se valor fenotípico, estando a variação observada, dentre os indivíduos, associada a diferentes fontes. Primariamente a variação decorre da expressão de genes e a influência do ambiente sobre esses genes, assim como a interferência do ambiente sobre a expressão do gene ou a interação genótipo ambiente. A variação do genótipo pode ainda ser subdividida em valores referentes aos efeitos aditivos, de dominância e epistáticos dos genes, sendo apenas o efeito aditivo transmitido para a próxima geração e os demais responsáveis pelo fenômeno da heterose. (SILVA, 2009). De acordo com GIANNOTTI et al. (2005), a razão entre a variância genética aditiva e a variância fenotípica origina a herdabilidade, que é um parâmetro importante para determinar a viabilidade de inclusão de uma característica em um processo de seleção, pois indica a proporção das diferenças entre os indivíduos da população ocasionada pelas diferenças de méritos genéticos.

2.4.1 Herdabilidade

A herdabilidade é um parâmetro que avalia, na expressão de uma característica, qual a influência dos genes envolvidos e quanto de interferência sofre do ambiente. O coeficiente de herdabilidade apresenta valores no intervalo entre 0 e 1 e a resposta esperada no processo de seleção dependerá em grande parte do que foi estimado. A herdabilidade é uma medida relacionada à população e varia dentro da mesma espécie em diferentes gerações e em condições ambientais diferentes, portanto

só é válida para as condições em que foi estimada (GIANNONI; et al., 1987).

Características com altas herdabilidades e altas variações fenotípicas apresentam maior resposta à seleção, o que significa dizer que o esforço necessário para obter um dado ganho é menor quando comparado a características que apresentem baixa herdabilidade e baixa variação fenotípica. Por outro lado, o fato de uma característica apresentar baixa herdabilidade e baixa variação fenotípica não é um bom indicador para deixar de selecionar. Eventos relacionados à eficiência reprodutiva mostram valores de herdabilidade baixos para a maioria das características e uma das principais causas é a grande variância no ambiente (PEREIRA et al., 2002).

Oliveira et al. (2012), ao pesquisarem diversos autores com trabalhos realizados em diversas raças e idades para a característica perímetro escrotal na literatura, apresentaram valores de herdabilidade entre 0,24 e 0,71.

Ao ajustar o perímetro escrotal pelo peso ao sobreano e idade, os valores de herdabilidade são superiores quando comparados aos ajustados individualmente pelo peso ao sobreano ou idade, tornando-se um critério de seleção indireta para uma maior precocidade sexual em machos (DIAS et al., 2003).

Para a idade ao primeiro parto, Boligon et al. (2010) estimaram valores de (0,12) e (0,19) para a herdabilidade, utilizando a metodologia de inferência bayesiana.

Herdabilidades para escores visuais de conformação (0,21), precocidade (0,20) e musculatura (0,23) padronizados para 550 dias, na raça Brangus, foram obtidos por Araújo et al. (2012). Faria et al. (2009) estimaram herdabilidades ao sobreano de (0,44) para conformação, (0,38) precocidade e (0,32) musculatura em animais da raça Nelore.

Análises unicaracterísticas sob modelo animal, para comparar estimativas de parâmetros genéticos para conformação, precocidade e musculatura pelos métodos REML e R em Nelores de 18 meses, determinaram herdabilidades de (0,22) e (0,21) para conformação, (0,21) e (0,21) para precocidade e (0,22) e (0,22) para musculatura (MELLIS et al., 2003).

2.4.2 Correlações genéticas

Ao selecionar para uma determinada característica, é preciso avaliar se essa escolha pode influenciar na mudança, favorável ou não, de outras características para formar o mérito genético total. A dimensão e orientação dessas mudanças dependerão

da correlação entre os efeitos genéticos aditivos entre características analisadas conjuntamente.(SILVA, 2009). Existindo correlações estritamente positivas, ao selecionar para uma das características, ambas serão beneficiadas na seleção.

Os programas de melhoramento animal consideram as correlações como critérios para definir associações entre características reprodutivas e de conformação. Estudos têm sido conduzidos para determinar essas correlações (BOLIGON et al., 2010; FARIA et al., 2009).

Estudos têm demonstrado correlação genética negativa entre perímetro escrotal e idade ao primeiro parto, implicando ganhos genéticos na seleção indireta (PEREIRA et al., 2002; GRESSLER, 2004). A correlação entre perímetro escrotal e idade ao primeiro parto é favorável, ou seja, ao selecionar machos pelo perímetro escrotal, ocorre redução na idade ao primeiro parto em fêmeas.

Efeitos genéticos aditivos são os responsáveis por grande parte da variância observada no perímetro escrotal, ou seja, são menores as influências do ambiente, tornando-o uma boa escolha de utilização como critério de seleção com outras características de interesse econômico, desde que apresentem correlações favoráveis (GROSSI, 2006).

A identificação de fêmeas para menor idade ao primeiro parto é de difícil execução, principalmente pelo hábito de seleção pelo peso ou idade para reprodução, por esse motivo é necessário encontrar associações que permitam seleção para essa característica. Maiores medidas de perímetro escrotal dos touros estão relacionadas à precocidade reprodutiva em fêmeas e menor idade ao primeiro parto em suas filhas (PEREIRA et al., 2002). Correlações genéticas negativas foram obtidas entre escores visuais e idade ao primeiro parto aos 22 meses em bovinos Nelore; CS(-0,49); MS(-0,46). Também foram obtidas correlações moderadas e positivas entre perímetro escrotal e escores visuais PE x C (0,65); PE x M (0,59) (FARIA et al., 2009).

2.5 Inferência Bayesiana

A inferência estatística estima, a partir de um conjunto de dados, os parâmetros de um modelo. Na chamada metodologia “frequentista” ou também denominada clássica, é determinado qual o comportamento do parâmetro ao realizar inúmeras repetições do experimento. Assim, a inferência sobre o parâmetro ocorre utilizando-se a distribuição do estimador e não do parâmetro (FARIA et al., 2007). Na metodologia clássica, a incerteza

sobre os reais valores dos parâmetros não é considerada e as amostras ou repetições são aleatórias (BLASCO, 2001).

Henderson (1973) apresentou a metodologia dos modelos mistos. A metodologia consistia em prever valores genéticos, aleatórios, utilizando as observações fenotípicas ajustadas aos efeitos fixos do modelo, estando ou não essas observações a ser analisadas, balanceadas. Essa predição ficou conhecida como “*Best Linear Unbiased Predictor*” (BLUP), ou melhor preditor linear não viesado. Assim, seria possível obter de uma única vez soluções para os efeitos fixos e aleatórios. Porém, faz-se necessário conhecer previamente os componentes de (co)variância para aplicar o BLUP, e na maioria das vezes esses componentes são desconhecidos e precisam ser estimados (RESENDE, 2001).

Na metodologia Bayesiana considera-se a maior probabilidade que o parâmetro pode assumir em determinado intervalo estar em um intervalo (BLASCO, 2001). A inferência Bayesiana utiliza a probabilidade para quantificar a incerteza sobre o real valor de um parâmetro, sendo consequência do Teorema de Bayes. Nesse Teorema toda informação acerca de um evento é utilizada com a finalidade de obter uma melhor decisão (RESENDE, 2001). Pela definição de probabilidade condicional:

$$p(\theta|y) = \frac{p(\theta, y)}{p(y)}, \text{ onde}$$

$p(\theta|y)$ é a distribuição *a posteriori* dos parâmetros, das observações; $p(\theta, y)$ é a distribuição conjunta dos parâmetros e das observações; $p(y)$ é a distribuição marginal das observações. A teoria da probabilidade diz que:

$$p(\theta, y) = p(y|\theta)p(\theta)$$

sendo $p(y|\theta)$ a distribuição das observações dados os parâmetros, ou verossimilhança; $p(\theta)$ a distribuição *a priori* dos parâmetros.

Usando o Teorema de Bayes:

$$p(\theta|y) = \frac{p(y|\theta)p(\theta)}{p(y)}$$

Dessa forma, a densidade *a posteriori* é calculada pela verossimilhança $p(y|\theta)$, a distribuição *a priori* dos parâmetros $p(\theta)$ e a distribuição marginal das observações $p(y)$. Essas observações marginais não dependem do valor do parâmetro θ ; a densidade *a posteriori* pode ser escrita como:

$$p(\theta|y) \propto p(y|\theta)p(\theta)$$

A densidade *a posteriori* dos parâmetros é proporcional ao produto da densidade *a priori* e a função de verossimilhança. Segundo Cordeiro (1992), a verossimilhança representa se os parâmetros explicam os valores observados, não necessariamente uma probabilidade.

Apesar de inúmeros trabalhos sobre inferência bayesiana terem sido publicados no século XIX por Laplace, somente nas últimas décadas do século XX surgiram trabalhos relacionados à área de genética quantitativa (STIGLER, 1983). Gianola e Fernando (1986) foram os pioneiros na utilização da inferência bayesiana no melhoramento animal, e acreditavam que os pressupostos dos modelos clássicos poderiam ser irrelevantes para seleção dos animais (BLASCO, 2001). A inferência bayesiana calcula a probabilidade de uma hipótese por meio da probabilidade *a priori* e em novas informações que podem ser obtidas, portanto mede a incerteza de um evento ocorrer em um determinado espaço amostral. A incerteza sobre os parâmetros a serem obtidos esta associada a uma distribuição de probabilidade (GIANOLA; FERNANDO, 1986).

Probabilidades subjetivas quantificam graus de confiança dos valores dos parâmetros desconhecidos. Se o conhecimento prévio da análise é insuficiente ou desconhecido, a densidade *a priori* é dita não informativa e sua distribuição é uniforme. No entanto, ao se conhecer o fenômeno em estudo, a densidade *a priori* terá densidade muito semelhante à curva normal. Falta de informação *a priori*, maior a variância da distribuição, aumentando o grau de incerteza sobre o parâmetro (CARNEIRO JÚNIOR et al., 2005).

No modelo bayesiano, todos os efeitos são considerados aleatórios, tornando inválida a denominação modelo misto. Na genética quantitativa, essa distinção é feita ao indicar distribuições *a priori* entre o que seriam efeitos fixos e aleatórios. Também

não são consideradas as repetições em experimentos, portanto o conceito de “viés” é abandonado (BLASCO, 2001).

Para utilizar a inferência bayesiana, não é necessário um grande número de observações, pois a probabilidade reduz o vínculo da estimativa com o número de observações (BARRETO; ANDRADE, 2004). Segundo NOGUEIRA et al. (2003), o fato de incorporar informações existentes anteriormente, na obtenção do parâmetro estudado, enriquece a inferência.

2.5.1 Informação a priori

Informações já disponíveis de experimentos realizados podem ser introduzidas como uma distribuição, dita *a priori*, na determinação de parâmetros, é um tipo de *a priori* informativa (RIBEIRO, 2001). A informação *a priori* também pode ser não informativa, quando não se dispõe de informação alguma sobre o parâmetro e pouco informativa quando a informação disponível é proporcional à função verossimilhança (NASCIMENTO, 2009). Admitindo-se a utilização de informação *a priori* não informativa, pode-se definir uma *a priori* do tipo função constante no espaço paramétrico (NOGUEIRA et al., 2003).

2.5.2 Método de Monte Carlo via cadeias de Markov

A função de probabilidade *a posteriori* de θ , sendo θ o parâmetro de interesse, é também conhecida como distribuição *a posteriori* marginal do parâmetro, e traz informações a respeito do parâmetro após a observação dos dados. A estimação da distribuição *a posteriori* é de difícil obtenção por meios analíticos, sendo necessário o uso de técnicas numéricas. A solução é obtida por simulações que geram amostras aleatórias que convergem para a densidade marginal ao se aumentar o tamanho da amostra; essas simulações são conhecidas como Métodos de Monte Carlo via Cadeias de Markov (MCMC). Os MCMC referem-se a uma classe de algoritmos para amostragem de distribuições de probabilidade, com uso de iterações que convergem após um determinado número de iterações (GELFAND, 2000).

2.5.3 Amostragem de Gibbs

Como na maioria das vezes não se conhece a densidade de distribuição de

interesse, a opção é utilizar o algoritmo de Metropolis-Hastings, sendo a Amostragem de Gibbs o que tem se mostrado mais eficiente (CASELLA; GEORGE, 1992).

De acordo com Blasco (2001), é uma técnica indireta que utiliza processos de aproximação, usando amostragem, para gerar variáveis aleatórias, ou seja, predizer valores para cada parâmetro desconhecido.

Um dos grandes entraves encontrados atualmente é verificar a convergência da Amostragem de Gibbs. Para verificar se houve convergência, recomenda-se descartar os valores iniciais, chamados de “*burn-in*”, focando-se o restante da cadeia. Em teoria, uma Cadeia de Markov converge para sua distribuição de equilíbrio, mas na prática um amostrador de Gibbs não segue essa premissa. O amostrador de Gibbs pode realizar inúmeras iterações para uma mesma região, levando a interpretação errônea de convergência, por existir a possibilidade de na n -ésima iteração ele seguir para uma outra região. Algumas amostras podem gerar convergência, mesmo sendo imprópria a distribuição *a posteriori* (GELFAND, 2000).

O objetivo do descarte do “*burn-in*” é distanciar-se da distribuição *a priori* até que se atinja uma fase estacionária para que sejam retiradas amostras representativas não correlacionadas entre si (RESENDE, 2001). Para verificar o erro associado à estimação dos parâmetros, é utilizado o erro de Monte Carlo, que é baseado no número de amostras retiradas das cadeias geradas, por meio das variâncias para cada componente de (co)variância dividido pelo número de amostras. Baixos valores indicam que o número de amostras por cadeia é adequado. O erro de Monte Carlo é inversamente proporcional ao tamanho da cadeia (FLEGAL, 2008).

2.5.4 Diagnóstico da convergência

A observação da convergência da Cadeia pode poupar recursos computacionais, reduzindo o tempo necessário para as iterações (BARBOSA, 2008). A convergência da cadeia pode ser verificada pelo gráfico de traços auxiliado pelo Critério de Geweke. Esse critério é baseado em teste de igualdade de médias entre a primeira e a última parte da Cadeia de Markov; a hipótese nula desse critério considera convergência da cadeia (GEWEKE et al., 1991).

A estimação da autocorrelação ou correlação serial permite avaliar se amostras obtidas são independentes. Se os valores de autocorrelação são elevados, as amostras não são independentes e não irão representar com precisão a distribuição *a posteriori*

(COWLES; CARLIN, 1996). O Programa POSTGIBBSF90 fornece estimativas de autocorrelações entre três defasagens, sendo a primeira defasagem comparada com a cadeia original, na maioria das vezes de valor superior ao das demais.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para desenvolver este estudo foi utilizado um conjunto de dados referente aos registros de controle zootécnicos cedidos pelo programa de melhoramento genético da Conexão Delta Gen., com animais criados em sistema extensivo de produção a pasto, nascidos entre 1992 e 2012 em 40 fazendas localizadas nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. O conjunto de dados consiste em: identificação individual, registros reprodutivos e registros produtivos, totalizando inicialmente 141 registros de 297.007 animais de composição racial diversa. Do conjunto de dados foram obtidas informações necessárias para estimar componentes de (co)variâncias para as características: perímetro escrotal ajustado a idade e peso ao sobreano (PEip), idade ao primeiro parto (IPP), conformação ao sobreano(CS), precocidade ao sobreano(PS) e musculatura ao sobreano(MS).

Com o auxílio do Programa SAS (2013) foram separados 120.297 animais da raça Braford, para todas as composições raciais Hereford e Nelore, excluindo-se os demais. Posteriormente, esse subconjunto de dados foi submetido a análise criteriosa, buscando encontrar incoerências. Foram confrontadas observações referentes ao sexo, ao nascimento e ao sobreano, descartando os animais que possuísem informações contraditórias nessas duas idades ou com ausência dessa informação ou, ainda, animais sem identificação dos pais ou ausência de qualquer das características analisadas.

Foi definida a variável estação de nascimento, agrupando-se animais nascidos entre os meses de dezembro e fevereiro (estação 1), março e maio (estação 2), junho e agosto (estação 3) e entre setembro e novembro (estação 4). Para a formação do grupo de contemporâneos para Peip, foram concatenados os registros dos animais pertencentes à mesma fazenda, nascidos na mesma estação e ano e do mesmo grupo de manejo Peip. Os grupos de contemporâneos para IPP foram semelhantes ao grupo de contemporâneos Peip, exceto pelo grupo de manejo, que foi considerado da desmama ao sobreano. Para os grupos contemporâneos de conformação, precocidade e musculatura foram utilizados grupos de manejo específicos para cada uma das medidas efetuadas, bem como o sexo do animal.

Para os grupos de contemporâneos formados obteve-se estatística descritiva, estimando-se média, desvio-padrão, máximos e mínimos. Animais com 3,5 desvios-padrão, acima ou abaixo da média do grupo, foram excluídos. Grupos com menos de 5

animais também foram descartados.

Após a verificação e formação dos grupos de contemporâneos, restaram 10.116 registros de animais para PEip, 9.574 animais com informações sobre IPP e 31372 animais com informações de CS, PS e MS.

Para estimar os componentes de variância e covariância, utilizou-se inferência Bayesiana com o auxílio do programa GibbsF90 (Misztal et al., 2002). Para o perímetro escrotal, o grupo de contemporâneos e composição racial foram considerados como efeito fixo no modelo, efeito genético direto como efeito aleatório e idade e peso ao sobreano como covariáveis. Para IPP, foram considerados os efeitos fixos de grupo de contemporâneos e composição racial, além dos efeitos aleatórios genético direto e residual. Para CS, PS e MS, o grupo de contemporâneos e composição racial foram considerados como efeito fixo no modelo, animal como efeito aleatório e idade e peso ao sobreano como covariáveis. A matriz de parentesco utilizada nas análises continha 153.800 animais.

O modelo adotado para as características foi o apresentado a seguir:

$$y = X\beta + Za + \varepsilon$$

Onde:

y é o vetor das observações das características;

X é a matriz de incidência dos efeitos fixos;

β é o vetor solução dos efeitos fixos;

Z é a matriz de incidência dos efeitos genéticos diretos;

a é o vetor de efeitos genéticos diretos aleatórios;

ε é o vetor de efeitos residuais.

Para a amostragem de Gibbs, foi utilizado um tamanho de cadeia de 1.000.000 de ciclos de iteração. Os primeiros 300.000 ciclos, “*burn-in*”, foram descartados com um intervalo de amostragem “*thinning*” a cada 100 iterações. A quantidade de iterações utilizada foi definida pelo critério de Raftery & Lewis (1992), que fornece o número de iterações, a quantidade de iterações iniciais a serem descartadas e o intervalo para se obter uma amostra independente “*thinning*”.

3.1 Convergência da Cadeia de Gibbs

A convergência da cadeia de Gibbs foi verificada pelo arquivo gerado, usando os programas: POSTGIBBSF90 (MISZTAL, 2012) e R (DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008) com a inclusão do pacote BOA “*Bayesian Output Analysis*” (SMITH, 2007), utilizando o critério de Geweke. Os gráficos de traços, usados como auxiliares na verificação da convergência da cadeia de Gibbs, foram criados utilizando o *software* GNUPLOT (WILLIAMS; KELLEY et al., 2011). As variâncias genéticas: aditiva direta (σ_d^2) e variância residual (σ_e^2), estimadas, foram dispostas em uma planilha eletrônica para que fossem calculadas as variâncias fenotípicas, somando-se as duas covariâncias, e a razão entre variância genética aditiva direta e variância fenotípica, para cada uma das características, fornecendo a herdabilidade h^2 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estatísticas descritivas para as características em estudo são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Estatísticas descritivas dos dados: perímetro escrotal padronizado para idade e peso (PEip); idade ao primeiro parto (IPP); conformação ao sobreano (CS); precocidade ao sobreano (PS); musculatura ao sobreano (MS)

Características	N	Média	DP	Mín	Máx.	CV	GC
PEip (cm)	10116	28,96	3,83	18,00	44,00	13,21	828
IPP (meses)	9574	32,06	5,30	21,15	40,00	16,52	888
CS	31372	3,17	0,95	1,0	5,0	30,18	2600
PS	31372	3,19	1,01	1,0	5,0	31,81	2600
MS	31372	3,08	1,02	1,0	5,0	33,16	2600

Número de observações (N); desvio-padrão (DP); mínimo observado (Mín); máximo observado (Máx); coeficiente de variação (CV); número de grupos de contemporâneos (GC).

A média obtida para PEip foi semelhante às observadas por Lopes et al. (2009), ao ajustarem para idade em animais da raça Aberdeen, Nelore e seus cruzamentos ($29,9 \pm 3,55$), e às observadas por Boligon et al. (2007), ao estudarem animais da raça Nelore e ajustarem os perímetros escrotais por idade ($26,88 \pm 3,51$). Chacur et al. (2007), ao avaliarem animais da raça Pardo-Suíço e Brangus, obtiveram para perímetro escrotal ($40,06 \pm 1,12$) em Pardo-Suíço e conjecturam que os maiores perímetros escrotais obtidos para essa raça relaciona-se à precocidade, enquanto os valores dos perímetros escrotais da raça Brangus ($37,78 \pm 0,79$) seriam decorrentes da heterose.

Devido a ser tardio o início da vida reprodutiva de fêmeas, no Brasil, principalmente devido à seleção pelo peso, a média encontrada contrasta com os valores encontrados por: Dias et al. (2003) com animais Nelore, Talhari et al. (2003) com animais Cachim, e Pereira et al. (2001) com Animais Nelore, que foram de 35,8; 43,5 e 37,6 meses respectivamente.

Os gráficos de traços apresentaram valores estacionários em torno da média, indicando a convergência. Os baixos erros de Monte Carlo (MCE) indicam que o comprimento das cadeias utilizadas foi suficiente.

Valores de autocorrelação decrescentes entre defasagens indicam

independência das amostras obtidas. A distribuição *a posteriori* apresenta simetria para todas as características em estudo, fato que pode ser observado pelos valores de média, moda e mediana iguais.

As estimativas dos componentes de (co)variância das características PEip, IPP, CS, PS e MS e herdabilidades podem ser vistas na Tabela 2. Valores de herdabilidade para perímetro escrotal são próximos aos encontrados na literatura em animais Nelore: Pinto (1994) $0,28 \pm 0,08$. Também em Nelores, Silva et al. (2013) obtiveram $(0,40 \pm 0,02)$; Gressler et al (2000) $(0,31 \pm 0,10)$; Everling et al. (2001) e Boligon et al. (2006) estimaram herdabilidades de 0,21 e 0,22 respectivamente em cruzamentos Angus x Nelore; Morris et al. (1992) estimaram em $(0,29 \pm 0,07)$ a herdabilidade em animais da raça Hereford.

A herdabilidade da característica idade ao primeiro parto relatada em outros trabalhos (BOLIGON et al., 2007; BALDI et al., 2008; BOLIGON et al., 2010; BOLIGON, 2011; GROSSI et al., 2008; KOOTS et al., 1994) oscilou entre 0,02 e 0,17. A baixa herdabilidade obtida neste estudo pode ser decorrente da utilização apenas de fêmeas que de fato tenham obtido cria, não considerando abortos ou absorção de fetos, desta forma, parte da variação existente não pode ser estimada. Segundo Mercadante (1995), a variabilidade de características reprodutivas pode ser enviesada, mascarando a variabilidade, isso porque somente são consideradas as fêmeas férteis. Smith et al. (1989) atribuíram a baixa herdabilidade do seu estudo, 0,01, ao fato de se fixar a estação de monta, o que supostamente limitou a variabilidade genética da expressão dessa característica. Novilhas expostas em duas diferentes idades a reprodução, aos 14 e aos 26 meses, tiveram herdabilidades estimadas em 0,19 e 0,02 respectivamente (PEREIRA et al., 2002).

Pode-se comparar a herdabilidade para idade ao primeiro parto encontrada neste estudo às que foram relatadas por: Martins & Lobo (1991) 0,19; Garnero et al. (1999) 0,15. Já Mello et al. (2014), com animais da raça Canchim, obtiveram 0,12 para o valor da herdabilidade.

Por apresentar baixa herdabilidade, a avaliação da precocidade reprodutiva em fêmeas tem sido feita pela idade de confirmação da primeira preñez, que supostamente se apresenta como uma característica de maior herdabilidade, quando comparada a IPP (LÔBO et al., 2010).

Tabela 2: : Estimativas dos componentes de (co)variância das características: Perímetro escrotal ajustado a idade e peso (PEip); Idade ao primeiro Parto (IPP); Conformação ao sobreano(CS); Precocidade ao sobreano (PS); Musculosidade ao sobreano (MS) e herdabilidade (h^2) (continua)

Características Parâmetros	Componentes de variância		Herdabilidades h^2
	σ_d^2	σ_e^2	
PEip			
Média	1,820	5,049	
Mediana	1,809	5,051	
Moda	1,792	5,018	0,265
M.C.E	0,0153	0,0121	
D.P	0,269	0,228	
IC 95%	1,292 a 2,347	4,586 a 5,494	
IPP			
Média	2,060	10,292	
Mediana	2,037	10,300	
Moda	1,926	10,306	0,167
M.C.E	0,0219	0,0169	
D.P	0,335	0,323	
IC 95%	1,441 a 2,744	9,708 a 10,970	
CS			
Média	0,041	0,439	
Mediana	0,041	0,439	
Moda	0,039	0,438	0,086
M.C.E	0,0005	0,0004	
D.P	0,0059	0,0060	
IC 95%	0,030 a 0,053	0,428 a 0,451	
PS			
Média	0,124	0,577	
Mediana	0,124	0,577	
Moda	0,126	0,573	0,18
M.C.E	0,0003	0,2644	
D.P	0,011	0,092	
IC 95%	0,104 a 0,147	0,559 a 0,595	

Tabela 2: : Estimativas dos componentes de (co)variância das características: Perímetro escrotal ajustado a idade e peso (PEip); Idade ao primeiro Parto (IPP); Conformação ao sobreano(CS); Precocidade ao sobreano (PS); Musculosidade ao sobreano (MS) e herdabilidade (h^2) (conclusão)

Características Parâmetros	Componentes de variância		Herdabilidades h^2
	σ_d^2	σ_e^2	
MS			
Média	0,112	0,577	
Mediana	0,111	0,577	
Moda	0,111	0,573	0,163
M.C.E	0,0003	0,0003	
D.P	0,01	0,009	
IC 95%	0,090 a 0,130	0,559 a 0,594	

Herdabilidades obtidas para escores visuais, com exceção de conformação (CS), que apresentou estimativa abaixo dos valores encontrados na literatura consultada, foram moderadas e semelhantes às obtidas por: Cardoso et al. (2004) CS (0,19); PS (0,25); MS (0,26), estudando animais Angus, e às obtidas por Koury et al. (2010) CS (0,24); PS (0,32); MS(0,27) com animais Nelore.

As correlações genéticas (r_g), na Tabela 3, mostram associação favorável de (-0,25) entre PEip e IPP, indicando que seleção para PEip acarretará uma redução na IPP. Evidências apresentadas por Pereira et al. (2002) para correlações entre PE e IPP aos 14 meses, (-0,39), quando comparados aos 26 meses (-0,19), levam à conclusão de que a seleção pelo perímetro escrotal acentua a precocidade sexual de fêmeas.

Nos Estados Unidos, Toelle & Robison (1985) relataram correlações genéticas entre perímetro escrotal e idade ao primeiro parto em bovinos Hereford de (-0,55); esses autores estudaram a correlação entre o PE e inúmeras características reprodutivas, dentre elas: idade ao primeiro serviço, idade ao primeiro parto, taxa de prenhez, intervalo de parto. Com isso é razoável sugerir que o perímetro escrotal pode ser utilizado diretamente na seleção, também, da precocidade de fêmeas, reduzindo a idade ao primeiro parto, o que é desejável.

Tabela 3: Correlações genéticas (r_g) entre as características: perímetro escrotal ajustado à idade e ao peso (PEip); idade ao primeiro parto (IPP); conformação ao sobreano (CS); precocidade ao sobreano (PS); musculatura ao sobreano (MS).

Característica	PEip	IPP	CS	PS	MS
PEip	1	-0,24	-0,25	0,08	-0,05
IPP		1	0,01	-0,01	0,04
CS			1	0,62	0,74
PS				1	0,86
MS					1

As correlações genéticas entre os escores visuais foram positivas e de alta magnitude, Tabela 3, indicando que essas características são parcialmente controladas por um mesmo grupo de genes de efeito aditivo. Segundo Falconer (2006), a correlação genética entre características pode ter causa permanente ou transitória. A pleiotropia é responsável pelas causas permanentes e está relacionada à capacidade de um gene que tem a característica de afetar a expressão de uma outra característica. A causa transitória ocorre quando genes que estão muito próximos no cromossomo agem simultaneamente; esse mecanismo é chamado ligação gênica ou *linkage*. Bertipaglia et al. (2012) obtiveram, ao estudarem animais da raça Brahman aos 18 meses, correlações genéticas positivas e de alta magnitude: (0,79) entre CS e PS; (0,87) entre CS e MS; 0,91 entre PS e MS. Resultados semelhantes foram obtidos por Koury Filho et al. (2009) em Nelores: (0,49) precocidade e conformação; (0,63) conformação e musculatura; 0,90 precocidade e musculatura; Costa et al. (2008) animais Brangus: (0,96) conformação e precocidade; (0,94) conformação e musculatura; (0,92) musculatura e precocidade. Correlações genéticas positivas de alta magnitude são esperadas para escores de conformação uma vez que estes incluem aspectos da massa muscular e acabamento (CARDOSO et al., 2004).

No presente estudo, a correlação entre PEip e escores visuais variou entre (-0,25) e (0,08). Os valores obtidos são semelhantes aos obtidos por Faria et al. (2009) para animais avaliados aos 15 meses em Nelores e a valores relatados por Bertipaglia et al. (2012) na raça Brahman aos 18 meses, que variaram entre (0,02) e (0,13). PEip e conformação apresentaram correlação genética moderada negativa de (-0,25), ou seja, correlação genética em sentido oposto, divergindo dos valores achados por: Boligon et

al. (2010) (0,27); Araújo et al. (2012) (0,07). Correlação genética positiva entre PEip e PS conduz a interpretar que, ao selecionar por PS, o avaliador pontua animais com maior percentual de gordura e esse atributo é visto em maior quantidade quando o animal atinge a puberdade. Andrighetto et al. (2011) explicam que na puberdade os hormônios de crescimento são substituídos pelos hormônios sexuais, o que acarretará o aumento de deposição de gordura; animais que atingem a precocidade mais cedo apresentam maior perímetro escrotal.

As correlações estimadas entre escores visuais e IPP foram de baixa magnitude, próximas a zero, somente IPP x PS apresentou correlação negativa. Baixas e moderadas magnitudes negativas foram relatadas por Boligon et al. (2011) de $-0,18 \pm 0,03$ a $-0,29 \pm 0,02$. A seleção por escores visuais não acarretará mudanças na IPP.

5 CONCLUSÃO

A seleção de machos com maior perímetro escrotal deve resultar em uma redução na idade ao primeiro parto em fêmeas. A seleção dos animais por escores visuais não trará mudanças na idade ao primeiro parto. Os escores visuais são controlados parcialmente por um mesmo conjunto de genes.

REFERÊNCIAS

ANDRIGHETTO, C. S. F. V. da Fonseca; R., T., C., M. M., VENTUROLI P. S. H. Correlações entre escores visuais e características produtivas em prova de ganho de peso de bovinos da raça Nelore Mocha. **Veterinária e Zootecnia**, v. 18, n. 4, p. 602-609, 2011.

ABHB –Associação Brasileira de Hereford e Braford – Disponível em: <<http://www.abhb.com.br/braford/braford/>> Acesso em: 10/03/2016

ADAMS JÚNIOR, A. The selection and breeding of Braford Cattle, Texas, United Braford Breeders, 2007, p. 21.

AMER, P.R.; EMMANS, G.C.; SIMM, G. Breeding objectives for beef cattle in Ireland. *Livestock Production Science*, v.67, n.2, p.223-239, 2001.

ARAÚJO, R. O. D.; MARCONDES, C. R.; EVERLING, D. M.; WEBER, T.; LOPES, J. S.; GARNERO, A. del V.; GUNSKI, R. J.; RORATO, P. R. N. Abordagem bayesiana multivariada para características de crescimento, fertilidade e escores visuais de rebanhos da raça brangus. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1077–1086, 2012.

BALDI, F.; ALENCAR, M. M. D.; ALBUQUERQUE, L. G. D. Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento em bovinos da raça canchim utilizando modelos de dimensão finita. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2409–2417, 2010.

BARBOSA, L. LOPES, P. S.; REGAZZI, A. J.; TORRES, R.; JUNIOR, M. S.; VERONEZE, R. Estimação de parâmetros genéticos em suínos usando Amostrador de Gibbs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1200–1206, 2008.

BARRETO, G.; ANDRADE, M. Robust bayesian approach for AR(p) models applied to stream flow forecasting. **Journal of Applied Statistical Science**, v. 12, p. 269–292, 2004.

BERTIPAGLIA, T., S.; CARREÑO, L., O., D., MACHADO, C., H., C., ANDRIGHETTO, C., F., R., Estimates of genetic parameters for visual scores and their correlation with production and reproductive traits in Brahman cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 6, p. 1407-1411, 2012.

BLASCO, A. The bayesian controversy in animal breeding. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 8, p. 2023–2046, 2001.

BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. d. Correlações genéticas entre escores visuais e características reprodutivas em bovinos nelore usando inferência bayesiana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 12, p. 1412–1418, 2010.

BOLIGON, A. A.; RORATO, P. R. N.; ALBUQUERQUE, L. D. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 565–571, 2007.

BOLIGON, A. A.; RORATO, P. R. N.; WEBER, T.; EVERLING, D. M.; LOPES, J. S. Herdabili-dades para ganho de peso da desmama ao sobreano e perímetro escrotal ao sobreano e tendências genética e fenotípica para ganho de peso da desmama ao sobreano em bovinos nelore-angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1323–1328, 2006.

BOLIGON, A. A. P. A. V.; NOMELINI, J.; ANTONIO, P. R. N. R. L.; BEZERRA, F.; LÔBO, R. B. Parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto estimados por diferentes modelos

para rebanhos da raça nelore. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 432–436, 2008.

BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, LG de. Correlações genéticas entre escores visuais e características reprodutivas em bovinos Nelore usando inferência bayesiana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 12, p. 1412-1418, 2010.

BOLIGON, A. A.; DE ALBUQUERQUE, L. G. Correlações genéticas entre escores visuais e características reprodutivas em bovinos Nelore usando inferência bayesiana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 12, p. 1412-1418, 2011.

BORBA, L. H. F.; REY, F. S. B.; SILVA, L. O. C. da; BOLIGON, A. A.; ALENCAR, M. M. de. Parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodução de bovinos da raça canchim. Portuguese.) **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1570–1578, 2011.

CARDOSO, F. F.; CARDELLINO, R.A.; CAMPOS, L.T. Componentes de (co)variância e parâmetros genéticos de caracteres pósdesmama em bovinos da raça Angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.313-319, 2004

CARNEIRO JÚNIOR, M. J.; ASSIS, G. M. L. ; EUCLYDES, R. F.; LOPES, P. S. et al. Influência da informação a priori na avaliação genética animal utilizando dados simulados **Revista Brasileira. Zootecnia**. v. 34, n. 6, p.1905-1913, dez. 2005. FapUNIFESP

CARREÑO, L. O. D. **Estimativas de parâmetros genéticos para escores visuais e características de crescimento na raça nelore**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2011.

CASELLA, G.; GEORGE, E. I. Explaining the gibbs sampler. **The American Statistician**, v.

46, n. 3, p. 167–174, 1992.

CHACUR, M. G. M.; SIRCHIA, F. P.; ZERBINATTI, E. P.; KRONKA, S.; OBA, E. Relação entre circunferência escrotal, libido, hormônios e características do sêmen em touros brangus e pardo-suíço. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35, p. 173–179, 2007.

CORDEIRO, G. M. **Introdução à Teoria de Verossimilhança**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1992. 174p .

COSTA, G. Z. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de escores visuais e de ganho médio de peso do nascimento a desmama de bovinos formadores da raça brangus. **Ars Veterinária**, v. 24, n. 3, p. 172-176, 2009.

COSTA, R. B. **Associação e seleção genômica para características relacionadas à eficiência reprodutiva de fêmeas da raça nelore**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2013.

COWLES, M. K.; CARLIN, B. P. Markov chain monte carlo convergence diagnostics: a comparative review. **Journal of the American Statistical Association**, v. 91, n. 434, p. 883–904, 1996.

DIAS, L.; FARO, L. E.; ALBUQUERQUE, L. G. D. Efeito da idade de exposição de novilhas à reprodução sobre estimativas de herdabilidade da idade ao primeiro parto em bovinos nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Escola de Veterinária, p. 370–373, 2004.

DIAS, L. T.; FARO, L. E.; ALBUQUERQUE, L. G. D. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1878–1882, 2003.

DIBIASI, N. F. **Estudo do crescimento, avaliação visual, medidas por ultrassonografia e precocidade sexual em touros jovens pertencentes a 21 raças com aptidão para corte.** Jaboticabal:Dissertação (Mestrado) — Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2006.

DIBIASI, N. F. et al. Proposta de metodologia para a conversão do escore de Avaliação visual de conformação em escore de Estrutura, em bovinos de corte **Ars Veterinaria**, v. 26, n. 2, p. 082-087, 2010.

Euclides Filho, K. Programas em raças sintéticas. In: III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, 2000, Belo Horizonte, MG,. **Anais...**Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2000. p. 94-99

EVERLING, D. M.; FERREIRA, G. B. B.; RORATO, P. R. N.; ROSO, V. M.; MARION, A. E.; FERNANDES, H. D. Estimativas de herdabilidade e correlação genética para características de crescimento na fase de pré-desmama e medidas de perímetro escrotal ao sobreano em bovinos angus-nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 2002–2008, 2001.

FALCONER, D. S. **Introducción a la genética cuantitativa.** Editorial Acribia S.A. 2006, 465p.

FARIA, C. D.; MAGNABOSCO, C. . U.; ALBUQUERQUE, L. G. D.; REYES, A. de los; BEZERRA, L.; LÔBO, R. Análise bayesiana na estimação de correlações genéticas entre escores visuais e características reprodutivas de bovinos nelore utilizando modelos linear-limiar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Escola de Veterinária, p. 949–958, 2009.

FARIA, C. U. ; MAGNABOSCO, C. U.; ALBUQUERQUE, L. G. D; REYES, A. de lo; SAUERESSIG, M. G.; LOBO, R. B. Utilização de escores visuais de características morfológicas de bovinos nelore como ferramenta para o melhoramento genético animal. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2007. 40 p.. Disponível em: <http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/versaomodelo/html/2007/doc/doc_177.shtml>

FARIA, C. U. de; MAGNABOSCO, C. de U.; REYES, A. de los; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F. Inferência bayesiana e sua aplicação na avaliação genética de bovinos da raça nelore: revisão bibliográfica. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 75–86, 2007.

FILHO, W. K.; ALBUQUERQUE, L. G. de; FORNI, S.; II, J. A.; SILVA, M. J. Y. de V.; ALENCAR, M. M. de. Estimativas de parâmetros genéticos para os escores visuais e suas associações com peso corporal em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 1015–1022, 2010.

FLEGAL, J. M. **Monte Carlo standard errors for Markov chain Monte Carlo**. 2008. 191f. Tese (Doutorado) — University of Minnesota., 2008.

FORNI, S.; FEDERICI, J. d. F.; ALBUQUERQUE, L. d. Tendências genéticas para escores visuais de conformação, precocidade e musculatura à desmama de bovinos nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 572–577, 2007.

GARNERO, A.V.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F. et al. Estimativas de parâmetros genéticos de características reprodutivas na raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.157.

GELFAND, A. E. Gibbs sampling. **Journal of the American Statistical Association**, v. 95, n. 452, p. 1300–1304, 2000.

GEWEKE, J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments. In: BERNARDO, J.M. et al. **Bayesian statistics**. New York: Oxford University, 1992. Cap.4, p.625-631.

GIANNONI, M. A. GIANNONI, M. L. **Genética e melhoramento de rebanhos nos trópicos**. Nobel, 1987.

GIANNOTTI, J. PACKER, I. U.; MERCADANTE, M. E. Z.; LIMA, C. G. de. Análise de agrupamento para implementação da meta-análise em estimativas de herdabilidade para características de crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1165–1172, 2005.

GIANOLA, D. FERNANDO, R. L. Bayesian methods in animal breeding theory. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 1, p. 217–244, 1986.

GRESSLER, S. L. **Fatores ambientes e genéticos do perímetro escrotal e idade ao primeiro parto em novilhas nelore desafiadas tradicional ou precocemente**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Minas Gerais, Escola Veterinária - UFMG, Belo Horizonte-MG, 2004.

GRESSLER, S. L. BERGMANN, J. A. G.; PEREIRA, C. S.; PENNA, V. M.; PEREIRA, J. C. C.; GRESSLER, M. G. d. M. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 427–437, 2000.

GROSSI, D.A. **Análise genética da idade ao primeiro parto e da produtividade acumulada em bovinos da raça Nelore**. 2006. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

GROSSI, D. FRIZZAS, O.; PAZ, C.; BEZERRA, L.; LÔBO, R.; OLIVEIRA, J.; MUNARI, D. Genetic associations between accumulated productivity, and reproductive and growth traits in nelore cattle. **Livestock Science**, v. 117, n. 2, p. 139–146, 2008.

HENDERSON, C. R. Sire evaluation and genetic trends. **Journal of Animal Science**, Symposium 1973.

JORGE JÚNIOR, J. DIAS, L. T; ALBUQUERQUE, L. G. Fatores de Correção de Escores Visuais de Conformação, Precocidade e Musculatura, à Desmama, para Idade da Vaca ao Parto, Data Juliana de Nascimento e Idade à Desmama em Bovinos da Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p.2044- 2053, 2004.

JÚNIOR, J. M. C.; ASSIS, G. M. L. de; FREDERICO, R.; EUCLYDES, R. d. A. T.; LOPES, P. S. Estimação de componentes de variância utilizando-se inferência bayesiana e freqüentista em dados simulados sob heterogeneidade de variâncias. **Revista Brasileira de Zootecnia: Brazilian Journal of Animal Science**, Brasília, v. 36, n. 5, p. 1539–1548, 2007.

KEALEY, C. MACNEIL, M.; TESS, M.; GEARY, T.; BELLOWS, R. Genetic parameter estimates for scrotal circumference and semen characteristics of line 1 hereford bulls. **Journal of animal science**, v. 84, n. 2, p. 283–290, 2006.

KOOTS, K.R.; GIBSON, J.P.; SMITH, C.; WILTON, J.W. Analysis of published genetic parameter estimates for beef production traits 1: heritability. **Animal Breeding Abstracts**, v.62, p.309-338, 1994.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L.G.; ALENCAR, M.M. et al, Estimativas de herdabilidade e correlações para escores visuais, peso e altura ao sobreano em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2362-2367, 2009.

KRIESE, L.; BERTRAND, J.; BENYSHEK, L. Age adjustment factors, heritabilities and genetic correlations for scrotal circumference and related growth traits in hereford and brangus bulls. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 2, p. 478–489, 1991.

LAUREANO, M.; BOLIGON, A.; COSTA, R.; FORNI, S.; SEVERO, J.; ALBUQUERQUE, L. G. d. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça nelore: Estimates of heritability and genetic trends for growth and reproduction traits in nelore cattle. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 1, p. 143–152, 2011.

LÔBO, R, BITTENCOURT, T. C, B, S, C; PINTO, L, F. B, Progresso científico em melhoramento animal no Brasil na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 223-235, 2010.

LOPES, J.; RORATO, P.; WEBER, T.; COMIN, J.; ARAÚJO, R. Fatores de correção para

perímetro escrotal ao sobreano para tourinhos mestiços aberdeen angus x nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina. Veterinária. Zootecnia**, v. 61, n. 2, p. 413–419, 2009.

LUO, M.; BOETTCHER, P.; SCHAEFFER, L.; DEKKERS, J. Estimation of genetic parameters of calving ease in first and second parities of canadian holsteins using bayesian methods. **Livestock Production Science**, v. 74, n. 2, p. 175–184, 2002.

MACKINNON, M.; TAYLOR, J.; HETZEL, D. Genetic variation and covariation in beef cow and bull fertility. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 5, p. 1208–1214, 1990.

MALHADO, C. H. M.; MALHADO, A. C. M.; FILHO, R. M.; CARNEIRO, P. L. S.; PALA, A.; CARRILLO, J. A. Age at first calving of nellore cattle in the semi-arid region of northeastern brazil using linear, threshold, censored and penalty models. **Livestock Science**, , v. 154, n. 1, p. 28–33, 2013.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Projeções do Agronegócio Mundial e Brasil 2014/2015 – 2024/2025**. Brasília, DF, Brazil, 98p. Disponível Online em:<http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/PROJECOES_DO_AGRONEGOCIO_2025_WEB.pdf>

MARTÍNEZ-VELÁZQUEZ, G.; GREGORY, K.E.; BENNETT, G.L. Genetic relationships between scrotal circumference and female reproductive traits. **Journal of Animal Science**, v.81, p.395-401, 2003.

MARTINS, R.; LÔBO, R. B. Estimates Of Genetic Correlations Between Sire Scrotal Circumference And Offspring Age At 1st Calving In Nellore Cattle. **Revista Brasileira de Genética**, v. 14, n. 1, p. 209-212, 1991.

MELIS, M. H. V.; ELER, J. P.; SILVA, J. Estimação de parâmetros genéticos em bovinos de corte utilizando os métodos de máxima verossimilhança restrita e r. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, 2003.

MELLO, S. de P. et al. Análise genética de características de fertilidade, de crescimento e de produtividade em vacas da raça Canchim **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária. Zootecnia**, v. 66, n. 2, p. 555-562, 2014.

MERCADANTE, M. E. Z. **Estudo das relações genético quantitativas entre características de reprodução, crescimento e produção em fêmeas da raça nelore**. 1995. 90f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1995.

MEYER, K.; HAMMOND, K.; PARNELL, P.; MACKINNON, M.; SIVARAJASINGAM, S. Estimates of heritability and repeatability for reproductive traits in australian beef cattle. **Livestock Production Science**, v. 25, n. 1, p. 15–30, 1990.

MISZTAL, I., **GibbsF90**. University of Georgia: 2002. Disponível em: <<http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/programs.html>>; Acesso em: 18/10/2015.

MISZTAL, J. **POSTGIBBSF90**. 2012. Disponível em: <<http://nce.ads.uga.edu/wiki/doku.php?do=index&id=readme.postgibbs>>. Acesso em: 18/10/2015

MORRIS, C.; BAKER, R.; CULLEN, N. Genetic correlations between pubertal traits in bulls and heifers. **Livestock Production Science**, v. 31, n. 3, p. 221–234, 1992.

NASCIMENTO, M. **O uso de simulação de Monte Carlo via cadeias de Markov no melhoramento genético**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. 2009. 111f.

NOGUEIRA, D. A.; SÁFADI, T.; BEARZOTI, E.; BUENO-FILHO, J. Análises clássica e bayesiana de um modelo misto aplicado ao melhoramento animal: uma ilustração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, p. 1614–1624, 2003.

OLIVEIRA, M.; ROTA, E.; DIONELLO, N.; AITA, M. Herdabilidade e correlações genéticas do perímetro escrotal e idade ao primeiro parto com características produtivas em bovinos de corte: revisão. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 13, n. 2, 2012.

PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. et al. Análise genética de características reprodutivas na raça nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 703–708, 2002.

PEREIRA, P. R. R. X. **Rastreabilidade e sanidade: desafios para as exportações brasileiras de carne bovina**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – RS. 2009. 129f. 2009.

PIMENTEL, S.; SILVA, E. Correlação entre perímetro escrotal e características reprodutivas da progênie. **FAZU em revista**, n. 07, p. 177-185, 2010.

PINTO, P. A.; LÔBO, R. B.; KOIVISTO, M. Circunferência escrotal (PE) consistência testicular (CT) e espermograma, usados como parâmetro para seleção de tourinhos zebus, da raça Nelore, criados em regime extensivo e semi-extensivo com suplementação.

In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 9, 1991, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: CBRA, 1991. p. 392.

PIRES, A. V.; OLIVEIRA, D. C. F.; OLIVEIRA, L. T. de; MARTINS, D. C.; VILELA, S. D. J. Precocidade reprodutiva em bovinos de corte. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 7, n. Suppl, p. 246–259, 2015.

QUEIROZ, S. A. d.; COSTA, G. Z.; OLIVEIRA, J. A. d.; FRIES, L. A. Efeitos ambientais e genéticos sobre escores visuais e ganho de peso à desmama de animais formadores da raça brangus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 277–283, 2009.

QUIRINO, C. R. Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares, características seminais e libido em touros nelore. Belo Horizonte, v. 104, 1999.

RAFTERY, Adrian E. et al. How many iterations in the Gibbs sampler?. **Bayesian statistics**, v. 4, n. 2, p. 763-773, 1992.

RESENDE, M. D. V. de; DUDA, L. L.; GUIMARÃES, P. R. B.; FERNANDES, J. S. C. Análise de modelos lineares mistos via inferência bayesiana. **Revista de Matemática Estatística**, v. 19, p. 41–70, 2001.

RIBEIRO, M. C. R. 2001. **Alguns aspectos computacionais em estatística Bayesiana**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa – Lisboa. 90 f., 2001

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical**

computing.R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria., 2015. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>>. Acesso em: 25/10/2015.

ROBINSON, T. P.; POZZI, F. Mapping supply and demand for animal-source foods to 2030. **Animal Production and Health Working Paper**, n. 2, p. 164, 2011.

ROCHA, M. G. da; LOBATO, J. F. P. Avaliação do desempenho reprodutivo de novilhas de corte primíparas aos dois anos de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1388–1395, 2002.

SAS Institute Inc. Statistical Analysis System, software, V. 9.4, 2013, Cary, NC: SAS Institute Inc.

SILVA, J. A. II; DIAS, T. L., ALBUQUERQUE, L. G. de. Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1568-1572, 2005.

SILVA, M. A. **Conceitos de genética quantitativa e de populações aplicados ao melhoramento genético**. 184 p., FEPMVZ, 2009

SILVA, M.; PEDROSA, V.; BORGES-SILVA, J.; ELER, J.; GUIMARÃES, J.; ALBUQUERQUE, L. Genetic parameters for scrotal circumference, breeding soundness examination and sperm defects in young nellore bulls. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 10, p. 4611–4616, 2013.

SMITH, B.A.; BRINKS, J.S.; RICHARDSON, G.V. Estimation of genetic parameters among reproductive and growth traits in yearling heifers. **Journal of Animal Science**, v.67, p.2886-2891, 1989

SMITH, B.J., 2007. Bayesian Output Analysis Program (BOA), The University of Iowa.
Disponível em: <<http://cph.uiowa.edu/boa>> Acesso em 01/12/2015

STIGLER, S. M. **Who discovered bayes's theorem?** The American Statistician, v. 37, n. 4a, p. 290–296, 1983.

TALHARI, F. M.; ALENCAR, M. M. ; SILVA, A. M. ; BARBOSA, P. F. ; CAMPBELL, C. ; MASCIOILLI, A. S. . Talhari, F.M., Alencar, M.M., Mascioli, A.S. et al. Heritability and genetic correlations between weights and reproductive and growth characteristics of females in a Canchim breed.. **Revista Brasileira de Zootecnia** Journal of Animal Science, v. 32, p. 880-886, 2003.

TERAKADO, A. P. N. **Associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore**. 2011. 39 f. Dissertação (mestrado)- Universidade Estadual Paulista- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011.

TOELLE, V. D.; ROBISON, O. W. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 60, n. 1, p. 89-100, 1985.

USDA. **Usda agricultural projections to 2024**. Disponível em: <http://www.usda.gov/oce/commodity/projections/USDA_Agricultural_Projections_to_2024.pdf>. Acesso em 18/10/2015.

WILLIAMS, T.; KELLEY, C. et al. **Gnuplot 4.4: an interactive plotting program**. Disponível em: :<<http://www.gnuplot.info>, 2011>. Acesso em: 23/10/2015

YOKOO, M.; MAGNABOSCO, C. d. U.; ROSA, G.; LÔBO, R.; ALBUQUERQUE, L. G. d. Características reprodutivas e suas associações com outras características de importância econômica na raça nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, p. 91–100, 2012.