

Parâmetros Genéticos para Características Morfológicas de Crescimento e de Carcaça em Bovinos Nelore



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
388**

**Parâmetros Genéticos para Características
Morfológicas de Crescimento e de
Carcaça em Bovinos Nelore**

Byanka Bueno Soares
Ludmilla Costa Brunes
Fernando Sebastian Baldi Rey
Adriana Santana do Carmo
Letícia Silva Pereira
Rafael Assunção Carvalho
Marcelo Gonçalves Narciso
Cláudio Uihôa Magnabosco

Esta publicação encontra-se disponível gratuitamente
no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/?initQuery=t>

Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
embrapa.br/cerrados
embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da Unidade

Presidente
Lineu Neiva Rodrigues

Secretária-executiva
Alessandra Duarte de Oliveira

Secretária
Alessandra Silva Gelape Faleiro

Membros
*Alessandra Silva Gelape Faleiro;
Alexandre Specht; Edson Eyji Sano;
Fábio Gelape Faleiro; Gustavo José Braga;
Jussara Flores de Oliveira Arbues;
Kleber Worsley Souza;
Maria Madalena Rinaldi;
Shirley da Luz Soares Araújo*

Supervisão editorial e revisão de texto
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Normalização bibliográfica
Shirley da Luz Soares Araújo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica e tratamento de imagens
Wellington Cavalcanti

Foto da capa
Wellington Valeriano da Silva

Impressão e acabamento
Alexandre Moreira Veloso

1ª edição

1ª impressão (2021): tiragem 30 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

P222 Parâmetros genéticos para características morfológicas de crescimento e de
carcaça em bovinos Nelore / Byanka Bueno Soares ... [et al.]. – Planalti-
na, DF : Embrapa Cerrados, 2021.

39 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Cerrados,
ISSN 1676-918X, ISSN on-line 2176-509X; 388).

1. Associação genética. 2. Desempenho. 3. Eficiência. I. Soares, Byanka
Bueno. II. Embrapa Cerrados. III. Série.

CDD (21 ed.) 636.291

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	15
Conclusões.....	33
Referências	33

Parâmetros Genéticos para Características Morfológicas, de Crescimento e de Carcaça em Bovinos Nelore

Byanka Bueno Soares¹; Ludmilla Costa Brunes²; Fernando Sebastian Baldi Rey³; Adriana Santana do Carmo⁴; Letícia Silva Pereira⁵; Rafael Assunção Carvalho⁶; Marcelo Gonçalves Narciso⁷; Cláudio Ulhôa Magnabosco⁸

Resumo – A seleção de características de crescimento e carcaça apresentam grande importância para os programas de melhoramento genético, entretanto, faz-se necessário a junção destas com características indicadoras da composição corporal para atender a demanda do mercado consumidor. Objetivou-se estimar os parâmetros genéticos entre escores visuais, características de crescimento (pesos pré e pós-desmame) e de carcaça (área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea e na garupa) em bovinos Nelore, utilizando inferência Bayesiana. Foram utilizados dados de 12.060 bovinos, pertencentes à fazenda HoRa Genética Provada. As características morfológicas foram avaliadas pela metodologia Mercos. As estimativas de herdabilidade obtidas apresentam grande amplitude, variando de baixa a alta magnitude, de 0,15 a 0,28 para escores visuais, 0,13 a 0,44 para pesos e de 0,42 a 0,46 para características de carcaça. As correlações genéticas entre características de escores visuais e de crescimento variaram de moderadas a altas magnitudes, no entanto, os escores visuais apresentaram baixas correlações com características de carcaça, exceto entre AOL com osso sacro e estrutura. A seleção para as características de escores visuais podem levar a respostas favoráveis no peso corporal e vice-versa. Características categóricas morfológicas podem ser utilizadas como ferramentas complementares que agregue valor à seleção objetiva.

Termos para indexação: associação genética, desempenho, composição da carcaça, escores visuais, zebuínos.

¹ Zootecnista, doutoranda em Zootecnia pela Universidade Federal de Goiás, estagiária da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO

² Zootecnista, doutora em Zootecnia, pesquisadora Associada da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores, Ribeirão Preto, SP

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento Animal, professor da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP

⁴ Médica-veterinária, doutora em Medicina Veterinária, professora da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO

⁵ Médica-veterinária, doutoranda em Zootecnia Professor da Faculdade, estagiária da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO

⁶ Zootecnista, doutorando em Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, estagiário da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO

⁷ Engenheiro Eletrônico, doutor em Computação Aplicada, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO

⁸ Zootecnista, doutor em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Genetic Parameters for Morphological, Growth and Carcass Traits in Nelore Cattle

Abstract – The selection of growth and carcass traits is of great importance for breeding programs, however, it is necessary to combine these with body composition indicator traits to serve consumer market demand. The aim was to estimate the genetic parameters between visual scores, growth (pre and post-weaning live weight), and carcass (rib eye area (REA), backfat thickness, and rump fat thickness), in Nelore cattle, using Bayesian inference. Data set from 12,060 cattle, provided by HoRa Genética Provada farm were used. Morphological traits are evaluated by the Mercos methodology. The heritability estimates obtained show a large amplitude, varying from low to high magnitude, from 0.15 to 0.28 for visual scores, 0.13 to 0.44 for growth, and from 0.42 to 0.46 for carcass traits. As genetic correlations between visual scores and of them with growth, were moderate to high, however, visual scores show low correlations with carcass traits, except between REA as sacral bone and bone structure. A selection for the visual scores traits can lead to favorable responses in growth and vice-versa. Categorical morphological traits can be used as a complementary measure to the selection of objective traits.

Index terms: carcass composition, genetic association, performance, visual scores, zebu.

Introdução

A crescente participação da agropecuária no produto interno bruto (PIB) brasileiro (ABIEC, 2020) e a importância econômica dessa atividade, aliada à globalização e ao aumento da exigência de produtos cárneos de maior qualidade (Barbut, 2014), impulsionaram as buscas por sistemas de produção de maior rentabilidade e qualidade do produto final (Lima, 2011).

No entanto, características ligadas à produção, como as de crescimento, ainda são as mais utilizadas como critérios de seleção para bovinos de corte, por serem de fácil mensuração e apresentarem estimativas de herdabilidade de média a alta magnitude, resultando em elevado progresso genético, aliadas ao fato de que o objetivo final da produção de bovinos de corte é a produção de carne em quilograma (Moreira et al., 2015; Araújo et al., 2016; Lopes et al., 2017). Entretanto, a seleção para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia e mensuradas de forma objetiva faz-se necessária, uma vez que essas estão diretamente relacionadas ao rendimento e ao acabamento da carcaça, sendo características que apresentam alta variabilidade genética (Yokoo et al., 2011; Faria et al., 2015).

Apesar da importância econômica da seleção para características de desenvolvimento ponderal e carcaça, estas, quando avaliadas isoladamente, não são indicadores diretas da composição corporal (Paterno, 2015). Além disso, a seleção isolada para peso, a longo prazo, pode levar ao aumento do peso adulto e, conseqüentemente, das exigências de manutenção e obtenção de animais mais tardios quanto ao desempenho sexual e ao acabamento de carcaça (Silva, 2016). Esses fatores poderiam resultar em características indesejáveis nos sistemas de criação de bovinos. Para contornar esses problemas, tem sido crescente a busca por características relacionadas à produtividade, à precocidade e à deposição de tecido na carcaça (Carvalho et al., 2019).

Assim, a seleção de animais baseados em características ponderais e de carcaça aliadas a uma melhor funcionalidade é de extrema importância para atender às demandas mercadológicas. Animais que se destacam pela boa funcionalidade dentro do sistema de produção de bovinos de corte são aqueles que apresentam ossatura bem desenvolvida, frame médio, comprimento e conformação de carcaça evidente, boa profundidade e arqueamento das

costelas; além disso, devem apresentar características sexuais desenvolvidas e aprumos e umbigo corrigidos, visto que grande parte dos animais no Brasil são criados em sistema extensivo, o que exige animais funcionais para produção e reprodução a pasto.

Desse modo, características de avaliação visual ou morfológicas podem ser utilizadas para a identificação e a seleção de animais para objetivos específicos do sistema produtivo de bovinos, como precocidade sexual, de terminação e composição de carcaça (Regatieri et al., 2011; Gordo et al., 2016), levando à obtenção de animais mais harmônicos. Como resultado, auxilia a obter animais com maior desempenho produtivo, reprodutivo, funcionais e com carcaça que atenda à demanda para qualidade e rendimento.

Características morfológicas também auxiliam na seleção de animais mais adaptados ao ambiente que serão criados (Souza, 2019). Em adição, a avaliação visual apresenta baixo custo de realização, quando se leva em consideração que pode ser avaliado um grande número de animais de forma relativamente rápida e a possibilidade de avaliação dos animais ainda jovens com técnica menos invasiva que avaliações objetivas, o que torna o processo mais ágil e menos estressante para os animais (Nicholson; ButterWorth, 1986; Paterno, 2015).

Nesse sentido, é importante analisar as associações entre as características a serem incluídas nos programas de melhoramento genético, a fim de conhecer as alterações que podem ser esperadas em decorrência da seleção, possibilitando direcionar o programa para a obtenção de animais que atendam os diversos objetivos produtivos e de mercado, com foco em produtividade e qualidade de carcaça. Diante disso, neste estudo, objetivou-se estimar os parâmetros genéticos para características de escores visuais, crescimento e carcaça em bovinos da raça Nelore, utilizando inferência Bayesiana.

Material e Métodos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal/CEUA da Universidade Federal de Goiás, protocolo N. 089/20. O arquivo de dados utilizados foi constituído de informações de 12.060 bovinos da raça Nelore, sendo 7.804 fêmeas e 4.256 machos, nascidos entre 2001

a 2020, pertencentes a HoRa Genética Provada, localizada no município de Brasilândia, Mato Grosso do Sul, MS, fazenda participante do Programa de Melhoramento Genético do Nelore (PMGRN-Nelore Brasil), ligado à Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP). Foram utilizadas informações de escores visuais de 4.175 bovinos da raça Nelore, com idade média de 22 meses, avaliados pelo método Mercos (Lôbo, 1996), que preconiza a avaliação das características morfológicas de musculosidade (M), estrutura física (E), aspectos raciais (R), conformação (C), ônfalo (O, umbigo) e sacro (S). Avaliou-se também características de crescimento, como pesos aos 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365) e 450 (P450) dias de idade, e características de carcaça, como área de olho de lombo (AOL, cm²), espessura de gordura subcutânea (EG, mm) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8, mm).

As características categóricas morfológicas foram avaliadas da seguinte forma:

- M: avalia-se a distribuição das massas musculares no corpo do animal, assim como seu desenvolvimento, volume e comprimento dos músculos.
- E: avalia-se os aprumos em geral, ou seja, a sustentação do animal, cascos quanto à sua integridade e tamanhos, pernas, ligamentos e articulações quanta à firmeza e à largura dos ossos.
- R: avalia-se a pelagem do animal, pigmentação da pele e mucosas, analisando a vulva e o ânus, as tetas e o períneo. Além disso, avalia-se a cabeça, que deve apresentar o padrão racial, levando em consideração desvios de chanfro e articulações dos maxilares.
- C: avalia-se a capacidade que o animal tem em depositar gordura de cobertura, analisando o esqueleto do animal, o comprimento do corpo, a abertura de peito, o arqueamento e o comprimento das costelas, a largura e o comprimento de garupa, aos quais atribui-se a uma maior facilidade de parto.
- O: avalia-se o umbigo, que deve apresentar tamanho e posicionamento adequado (umbigo, bainha e prepúcios). Nessa característica, preconiza-se animais de umbigo mediano (escore três), não ultrapassando a linha do jarrete, indicando equilíbrio da característica (Lôbo, 1996).

Para as variáveis morfológicas, foi adotada uma escala de pontuação, na qual os animais poderiam apresentar escores de um a cinco pontos, de modo que a maior pontuação representou o grau mais favorável. Avaliou-se também o sacro (SAC) dos animais, quanto ao seu comprimento, por meio da largura entre os ossos íleo e ísquio, considerando a distância entre os ísquios e a inclinação do osso sacro (Faria et al., 2009a). A escala de pontuação dessa característica varia de um a três, sendo desejado animais com escores três.

A avaliação visual foi realizada dentro do mesmo lote de manejo, ou seja, animais de mesmo sexo, nascidos no mesmo ano e estação de nascimento e que receberam as mesmas condições de criação. Os escores atribuídos a cada animal foram relativos ao perfil médio do lote para cada característica, comparativamente. Nessa etapa, procurou-se visualizar os indivíduos superiores, intermediários e inferiores dentro de cada grupo, para então ser atribuídos os escores individuais em relação ao lote (Lôbo, 1996). Assim, um animal que comparado ao seu lote de manejo foi considerado intermediário (escore igual a três, para características de 1 a 5), representou a referência para a classificação dos demais abaixo ou acima da média. Para animais adultos, os escores atribuídos às características visuais foram relativas a um tipo morfológico de referência da raça, não sendo utilizado o mesmo critério comparativo dentro de cada lote de manejo, aplicado em animais em crescimento. A distribuição dos escores para as características de avaliação visual estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição (%) para as características de escores visuais em bovinos Nelore, da fazenda HoRa Genética Provada, Brasilândia (MS).

Característica	Escore visual				
	1	2	3 ⁽¹⁾	4	5 ⁽²⁾
Musculatura	0,00	12,81	40,12	43,55	3,53
Estrutura	0,00	8,98	55,13	35,00	0,89
Aspectos raciais	3,26	31,57	48,77	16,02	0,38
Conformação	0,72	20,17	48,60	29,58	0,93
Ônfalo	1,44	25,65	64,43	7,95	0,53
Sacro	11,71	79,90	8,38	---	---

⁽¹⁾ Escore ideal para ônfalo e sacro.

⁽²⁾ Escore ideal para musculabilidade, estrutura física, aspectos raciais e conformação.

Para a execução das análises genéticas foram realizadas restrições ao banco de dados, objetivando-se garantir a consistência das informações. A edição, a consistência e a análise descritiva dos dados foram realizadas com a utilização de software livre para análise de dados e análises estatísticas. As informações coletadas foram previamente submetidas à análise de variância, utilizando modelos mistos para identificar os fatores não genéticos que influenciaram as características em questão, sendo identificados os efeitos significativos ($P < 0,05$). A partir dessa análise, definiu-se os grupos de contemporâneos (GC) e as covariáveis inclusas nos modelos para análise genética. Dessa forma, para as características de crescimento e carcaça, os GC foram constituídos por animais da mesma fazenda, nascidos no mesmo ano e na mesma estação de nascimento, com o mesmo sexo e lote de manejo no momento de mensuração e/ou avaliação de cada característica. A estação de nascimento dos animais foi agrupada em duas classes, sendo a seca variando de abril a setembro; e a chuvosa, de outubro a março. Para garantir maior variabilidade dentro dos GC para as características de escores visuais, de forma que os GC apresentassem animais em todos os escores, este foi composto apenas por animais da mesma fazenda e ano de nascimento, sendo os demais efeitos significativos inclusos no modelo como efeito fixo separadamente.

Na consistência dos dados, GC com menos de quatro animais e animais cujas informações fenotípicas estavam acima ou abaixo de 3,5 desvios-padrão em relação à média do respectivo GC foram excluídos das análises. Além disso, para as características de musculabilidade e de estrutura, foram excluídas as observações dos animais que apresentaram escore igual a 1, devido à baixa frequência observada para essas características. Dessa forma, para as análises genéticas, foram consideradas informações de 12.060 animais da raça Nelore.

Inicialmente, os valores dos componentes de covariância foram obtidos a partir de análises preliminares, utilizando modelos lineares com abordagem da máxima verossimilhança restrita e softwares livre para análises genéticas (Misztal et al., 2019). Esses resultados foram utilizados como valores iniciais em análises bicaracterísticas para estimação dos componentes de covariância, herdabilidades e correlações genéticas, residuais e fenotípicas, usando modelo animal linear para características de crescimento e carcaça, de limiar (*threshold*) para as características de escores visuais e linear-limiar para a

combinação destas. Essas análises foram realizadas sob abordagem bayesiana, com auxílio de software livre para análises genéticas (Tsuruta; Misztal, 2006), programa que estima os componentes de (co)variância e os parâmetros genéticos com um modelo animal misto threshold e permite a combinação de características categóricas e contínuas (Lee et al., 2002). O modelo geral pode ser representado com a equação abaixo:

$$y = X\beta + Z_1a + Z_2m + Z_3c + e$$

Em que: y é o vetor das observações; β é o vector dos efeitos fixos; a é o vetor dos efeitos genético aditivo direto; m é o vetor dos efeitos genéticos maternos; c é o vetor dos efeitos não correlacionados (efeitos de ambiente permanente maternal); X , Z_1 , Z_2 , Z_3 são as matrizes de incidência que relacionam β , a , m e c com y , respectivamente; e e é o vetor de efeitos residuais associados a cada observação.

Os efeitos genéticos maternos e de ambiente permanente foram utilizados apenas para as características que apresentam influência maternal, como P120 e P210. Como efeitos fixos, para as características de crescimento, foram inclusos o GC e a idade da vaca ao parto como covariável linear e quadrática, este último apenas para P120 e P210. Para as demais características, não foram utilizados efeito materno e de ambiente permanente, pois foi verificado pelas análises de variância, que a contribuição desses efeitos na variância fenotípica foi inferior a 3%.

Para as características de carcaça, foram considerados como efeitos fixos o GC e a idade do animal como covariável linear e quadrática. Para as características de escores visuais, foram considerados como efeitos fixos o GC, além do sexo, a estação de nascimento e o lote de manejo aninhados e a idade do animal no momento da avaliação como covariável linear e quadrática. O modelo de avaliação com a inclusão da idade como covariável linear e quadrática apresentou os menores erros de predição, sendo definido como o mais adequado. Considerando que a avaliação visual foi realizada por um técnico apenas, esse efeito não foi incluso no modelo.

Para análises bicaracterísticas entre medidas categóricas e contínuas, de acordo com a abordagem bayesiana, foi assumido que a distribuição dos

efeitos genéticos aleatórios, não correlacionados e residual seguem distribuição normal multivariada, conforme abaixo:

$$\begin{bmatrix} a \\ m \\ c \\ e \end{bmatrix} \sim N(0, V)$$

$$V = \begin{bmatrix} G \otimes A & 0 & 0 \\ 0 & Ec \otimes I_{Nm} & 0 \\ 0 & 0 & R \otimes I_N \end{bmatrix}$$

Em que: G são as (co)variâncias do efeito genético direto; A é a matriz de pedigree; Ec é a matriz de covariância do efeito de ambiente permanente maternal; I é uma matriz identidade; Nm é o número de vacas (mães) de animais com informações fenotípicas; N é o número de animais com informações fenotípicas; R é a matriz de covariância residual; \otimes é o produto entre duas matrizes. Para matriz G :

$$G = \begin{bmatrix} Gd & 0 \\ 0 & Gm \end{bmatrix}$$

Em que: Gd e Gm são a matriz do efeito aditivo direto e materno, respectivamente.

No modelo de limiar, foi assumido que a escala subjacente apresenta distribuição normal contínua sendo representada como:

$$U | \theta \sim N(W\theta, I\sigma_e^2)$$

Em que: U é o vetor de escala subjacente com ordem r , que é o número de animais; $\theta' = (\beta', a', m', c')$ é o vetor dos parâmetros de locação de ordem s , onde s é o número de efeitos do modelo e β é o vetor dos efeitos de ordem s com a, m, c , como efeitos aleatórios genéticos aditivo direto, materno e de ambiente permanente, respectivamente; W é a matriz de incidência de ordem r por s ; I é a matriz de identidade de ordem r por r ; e σ_e^2 é a variância residual.

Considerando que a variável na distribuição subjacente não é observável, a parametrização $\sigma_e^2 = 1$ foi adotada para se obter identificabilidade na função de verossimilhança (Sorensen et al., 2002). A probabilidade condicional que y_i seja encontrada dentro de uma categoria $j = 1, 2, 3, 4, 5$, dados os vetores β, a, m, c, t ($t = t_{\min}, t_1, \dots, t_{j-1}, t_{\max}$):

$$\begin{aligned} Pr(y_i = j | \beta, a, m, c, t) &= Pr(t_{j-1} < U < t_j | \beta, a, m, c, t) \\ &= \Phi(t_j - X_i' \beta - z_i' a - z_i' m - z_i' c) \\ &\quad - \Phi(t_{j-1} - X_i' \beta - z_i' a - z_i' m - z_i' c) \\ &= p(y_i | \beta, a, m, c, t) \end{aligned}$$

Características categóricas são determinadas por variáveis contínuas não observáveis, em escala subjacente, em que são fixados valores iniciais de limiares, na qual: $t_1 < t_2 \dots t_{j-1}$ com $t_0 = -\infty$ e $t_j = \infty$, em que j é o número de categorias. Os dados observados são dependentes de variável subjacente que é limitada por dois limiares não observáveis (Gianola; Foulley, 1983). Assim, as características categóricas de y_i (características de escores visuais) para cada animal i são definidas por U_i em uma escala subjacente:

$$\begin{aligned} y_i = (1) t_0 < U_i \leq t_1; (2) t_1 < U_i \leq t_2; (3) t_2 < U_i \leq t_3; \\ (4) t_3 < U_i \leq t_4; (5) t_4 < U_i \leq t_5 \\ i = 1, \dots, n \end{aligned}$$

Em que: n é o número de observações para cada escore.

Após as especificações dos limiares t_0 a t_5 é necessário que um dos limites (de t_1 a t_4) seja ajustado para uma constante arbitrária (Van Tassell et al., 1998). Assim, a variância residual e a covariância residual entre as características foi estimável e assumiu-se $t_1 = 0$ e $t_2 = 1$. Para as características M e E , foi assumido que $t_1 = 0$, de forma que o vetor dos limiares estimáveis foi definido como $t = t_2$.

Os vetores β , a , m e c são parâmetros de locação da distribuição condicional $y|\beta, a, m, c$. Foi considerado, a priori, que β tem uma distribuição uniforme, que reflete um conhecimento prévio vago sobre esse vetor. Para os outros componentes, distribuições Wishart invertida foi definida como priori. Assim, a distribuição de y dado os parâmetros de locação e escala foi considerado como (Van Tassell; Van Vleck, 1996):

$$y|\beta, a, m, c, R \sim N[X\beta + Z_1a + Z_2m + Z_3c, I_N R]$$

Foram geradas cadeias de 200 mil até 400 mil iterações, com um *burn-in* de 100 mil até 300 mil ciclos e amostragem a cada 50 e 100 ciclos. As estimativas a posteriori foram obtidas utilizando software livre para análises genéticas (Misztal et al., 2019). A convergência foi verificada pela inspeção gráfica, com gráficos trace e da densidade a posteriori das variâncias genéticas, residuais, maternas e de ambiente permanente (apenas para P120 e P210) vs. as iterações. Além disso, a convergência das cadeias foi avaliada pelo critério proposto por Geweke, no qual na hipótese de nulidade testada considera-se que houve convergência quando os valores de probabilidade obtidos são acima de 0,05 (Geweke, 1992). Também foi avaliada a autocorrelação entre as amostras. Essas análises foram realizadas com auxílio de softwares livre para análises de dados e análises estatísticas. O total de amostras armazenadas para computar as médias a posteriori, desvio-padrão e intervalo de credibilidade, variou de mil a 3 mil de acordo com o tamanho da cadeia utilizado. As estimativas pontuais dos parâmetros foram calculadas como as médias, moda e mediana a posteriori dos seus respectivos componentes de variância, obtidos nas análises bicaracterísticas. Os intervalos de credibilidade das marginais posteriores foram obtidos com 95% de credibilidade.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2, encontram-se o número de observações, o número de touros e de vacas, os valores mínimos e máximos, as médias, as modas, os desvios padrão, os coeficientes de variação, o número de grupo de contemporâneos e a média de animais por grupo de contemporâneos para cada característica avaliada. As médias e as modas para as características demonstram simetria nos resultados obtidos.

Tabela 2. Estatística descritiva para características de crescimento, carcaça e escores visuais em bovinos da raça Nelore, da fazenda HoRa Genética Provada, Brasilândia (MS).

Característica	N°	Touros	Vacas	Mínima	Máxima	Média	Moda	DP	CV (%)	N° GC	Média do n° obs. GC
P120 (kg)	7.131	129	4.466	69	199	137,29	138,00	19,46	14,18	103	27
P210 (kg)	6.879	127	4.622	100	279	204,08	206,00	25,99	12,74	106	23
P365 (kg)	5.287	121	3.745	162	408	260,00	260,00	34,63	13,32	50	47
P450 (kg)	4.220	110	3.157	182	476	300,83	269,00	47,09	15,65	40	43
AOL (cm ²)	2.177	81	1.222	31	88	58,92	60,00	9,31	15,80	45	15
EG (mm)	2.173	81	1.222	1	11	3,50	3,00	1,65	47,11	45	15
EGP8 (mm)	2.172	81	1.222	1	15	5,16	5,00	2,17	4,14	45	15
M	4.170	101	3.066	2	5	2,38	4,00	0,75	31,52	23	182
E	4.154	101	3.055	2	5	2,28	3,00	0,63	27,70	23	182
R	4.175	101	3.069	1	5	2,79	3,00	0,76	27,24	23	182
C	4.175	101	3.069	1	5	3,10	3,00	0,74	24,02	23	182
O	4.175	101	3.069	1	5	2,80	3,00	0,61	21,88	23	182
SAC	4.175	101	3.069	1	3	1,97	2,00	0,45	22,73	23	182

N°: número de observações; Mínima: valores mínimos; Máxima: valores máximos; DP: desvio-padrão; CV: coeficiente de variação; N° GC: número de grupo de contemporâneos; Média do n° obs. GC: média de animais por grupo de contemporâneos; P120: peso aos 120 dias de idade; P210: peso aos 210 dias de idade; P365: peso aos 365 dias de idade; P450: peso aos 450 dias de idade; AOL: área de olho de lombo; EG: espessura de gordura subcutânea; EGP8: espessura de gordura subcutânea na garupa; M: musculatura; E: estrutura física; R: aspectos raciais; C: conformação; O: ônfalo; SAC: sacro.

As características de crescimento, P120, P210, P365 e P450, apresentam valores médios dentro do esperado de acordo com a literatura. Kamei et al. (2017), Lopes et al. (2017) e Kluska et al. (2018) reportaram observações variando de 132,84 kg a 138,43 kg para P120; 192,04 kg a 200,77 kg para P210; 243,74 kg a 270, 50 kg para P365 e 286; 79 kg a 290,20 kg para P450. O peso aos 210 dias de idade foi a característica de crescimento que apresentou o menor coeficiente de variação. De fato, a baixa variabilidade para P120 tem sido relatada na literatura (Kamei et al., 2017; Lopes et al., 2017) próxima aos valores encontrados neste estudo.

A média observada para as características de carcaça AOL, EG e EGP8 (58,92, 3,50 e 5,16, respectivamente) foi superior às apresentadas por Faria et al. (2015), Ceacero et al. (2016) e Paula et al. (2015). No entanto, foi inferior às médias reportadas por Moraes et al. (2019) cujos valores reportados foram 65,11, 3,99 e 5,02 para AOL, EG e EGP8, respectivamente. Os valores médios encontrados no presente estudo, demonstram que o rebanho avaliado apresenta bons índices de precocidade de acabamento e também de rendimento de carcaça.

Entre os coeficientes de variação observados para essas características, o maior valor observado foi para EG, fato este também relatado por Brunet (2017), para bovinos Nelore. Essa maior variação pode ser atribuída tanto para a variabilidade genética entre os animais quanto para os fatores ambientais que influenciam essa característica.

Os valores observados para escores visuais de musculosidade e conformação (Tabela 2) encontram-se próximos aos relatados por Koury Filho et al. (2009), Azevedo Junior et al. (2017) e Koetz Júnior et al. (2019) cuja amplitude foi de 2,89 a 3,80 e 3,04 a 3,85 para escores de M e C, respectivamente. Para escores de estrutura, aspectos raciais, ônfalo e sacro, as médias encontradas no presente estudo foram de 2,28, 2,79, 2,80 e 1,97, respectivamente. Esses resultados foram inferiores aos reportados por Sima (2015). Todos os trabalhos citados foram baseados em populações de bovinos Nelore mantidos sob sistema extensivo, diferindo apenas em gênero (macho e fêmea). Sendo assim, a base de dados utilizada neste estudo pode ser considerada representativa da raça Nelore.

Na Tabela 3, estão apresentadas as médias, as modas e as medianas das estimativas de herdabilidade obtidas para características de crescimento,

carcaça e escores visuais. Considerando a simetria das estimativas de herdabilidade das distribuições a posteriori, a média foi utilizada como medida de tendência central para apresentação dos resultados e discussão.

Tabela 3. Estimativas a posteriori de coeficientes de herdabilidade direta (h^2_d) e materna (h^2_m) para características de crescimento, carcaça e escores visuais em bovinos Nelore.

Parâmetro	Média \pm DP	Moda	Mediana	IC (95%)
h^2_d P120	0,27 \pm 0,004	0,24	0,26	0,22–0,34
h^2_m P120	0,16 \pm 0,008	0,16	0,16	0,14–0,17
h^2_d P210	0,28 \pm 0,005	0,27	0,28	0,21–0,34
h^2_m P210	0,13 \pm 0,006	0,13	0,13	0,11–0,15
h^2_d P365	0,34 \pm 0,002	0,33	0,34	0,30–0,37
h^2_d P450	0,44 \pm 0,001	0,44	0,44	0,42–0,46
h^2_d AOL	0,42 \pm 0,002	0,41	0,41	0,37–0,53
h^2_d EG	0,46 \pm 0,001	0,46	0,46	0,42–0,49
h^2_d EGP8	0,46 \pm 0,002	0,45	0,45	0,42–0,48
h^2_d M	0,21 \pm 0,004	0,23	0,22	0,19–0,20
h^2_d E	0,28 \pm 0,004	0,28	0,28	0,24–0,27
h^2_d R	0,25 \pm 0,003	0,29	0,27	0,25–0,21
h^2_d C	0,25 \pm 0,008	0,29	0,27	0,27–0,24
h^2_d O	0,15 \pm 0,003	0,16	0,16	0,12–0,14
h^2_d SAC	0,18 \pm 0,003	0,17	0,18	0,11–0,24

P120: peso aos 120 dias de idade; P210: peso aos 210 dias de idade; P365: peso aos 365 dias de idade; P450: peso aos 450 dias de idade; AOL: área de olho de lombo; EG: espessura de gordura subcutânea; EGP8: espessura de gordura subcutânea na garupa; M: musculosidade; E: estrutura física; R: aspectos raciais; C: conformação; O: ônfalo; SAC: sacro.

Os valores observados para os desvios-padrão da herdabilidade (Tabela 3) e correlações genéticas (Tabelas 4, 5 e 6), obtidas no presente estudo para características de crescimento, de carcaça e de escores visuais foram de baixa magnitude, demonstrando baixa variabilidade entre as médias amostrais e boa precisão das estimativas, respaldando a discussão somente da média.

Tabela 4. Estimativas a posteriori das correlações genéticas, residuais e fenotípicas entre características de escores visuais em bovinos Nelore.

Parâmetro	Correlação genética				Correlação residual	Correlação fenotípica
	Média ± DP	Moda	Mediana	IC (95%)		
M x E	0,79 ± 0,08	0,80	0,80	0,62–0,92	0,65	0,51
M x R	0,37 ± 0,14	0,36	0,37	0,08–0,62	0,41	0,36
M x C	0,89 ± 0,06	0,94	0,90	0,74–0,98	0,60	0,59
M x O	0,50 ± 0,13	0,54	0,51	0,23–0,73	0,18	0,20
M x SAC	0,44 ± 0,15	0,49	0,45	0,12–0,68	0,44	0,33
E x R	0,63 ± 0,10	0,65	0,64	0,41–0,81	0,29	0,32
E x C	0,64 ± 0,11	0,67	0,64	0,40–0,82	0,48	0,45
E x O	0,63 ± 0,11	0,68	0,64	0,37–0,81	0,12	0,18
E x SAC	0,25 ± 0,17	0,29	0,26	0,00–0,56	0,34	0,23
R x C	0,54 ± 0,12	0,56	0,55	0,27–0,75	0,42	0,36
R x O	0,51 ± 0,14	0,52	0,51	0,21–0,75	0,11	0,17
R x SAC	0,36 ± 0,15	0,38	0,37	0,05–0,63	0,33	0,24
C x O	0,65 ± 0,12	0,69	0,67	0,38–0,85	0,24	0,18
C x SAC	0,57 ± 0,14	0,63	0,58	0,24–0,80	0,37	0,35
O x SAC	-0,01 ± 0,19	-0,07	-0,01	-0,30–0,35	0,19	0,09

M: musculosidade; E: estrutura física; R: aspectos raciais; C: conformação; O: ônfalo; SAC: sacro.

Tabela 5. Estimativas a posteriori das correlações genéticas, residuais e fenotípicas entre características de escores visuais e crescimento em bovinos Nelore.

Parâmetro	Correlação genética				Correlação residual	Correlação fenotípica
	Média ± DP	Moda	Mediana	IC (95%)		
M x P120	0,37 ± 0,24	0,39	0,36	(-0,09)–0,85	0,09	0,04
M x P210	0,44 ± 0,18	0,47	0,45	0,05–0,76	0,11	0,08
M x P365	0,57 ± 0,13	0,58	0,57	0,33–0,80	0,19	0,29
M x P450	0,39 ± 0,11	0,40	0,40	0,17–0,59	0,21	0,27
E x P120	0,35 ± 0,20	0,41	0,37	(-0,06)–0,72	0,13	0,08
E x P210	0,41 ± 0,19	0,44	0,42	0,04–0,76	0,15	0,14
E x P365	0,46 ± 0,11	0,47	0,46	0,22–0,67	0,21	0,30
E x P450	0,43 ± 0,10	0,45	0,43	0,23–0,63	0,29	0,23

Continua...

Tabela 5. Continuação.

Parâmetro	Correlação genética				Correlação residual	Correlação fenotípica
	Média ± DP	Moda	Mediana	IC (95%)		
R x P120	-0,35 ± 0,18	-0,38	-0,36	(-0,65)–0,05	0,14	0,02
R x P210	-0,34 ± 0,21	-0,25	-0,32	(-0,69)–0,05	0,12	0,06
R x P365	0,05 ± 0,12	0,06	0,06	(-0,19)–0,28	0,08	0,15
R x P450	0,10 ± 0,13	0,13	0,10	(-0,17)–0,35	0,22	0,14
C x P120	0,24 ± 0,23	0,18	0,24	(-0,21)–0,65	-0,04	0,13
C x P210	0,05 ± 0,21	0,03	0,05	(-0,40)–0,44	0,03	0,12
C x P365	0,31 ± 0,25	0,34	0,32	0,01–0,60	0,13	0,21
C x P450	0,10 ± 0,13	0,13	0,10	(-0,17)–0,35	0,22	0,22
O x P120	0,08 ± 0,21	0,07	0,08	(-0,36)–0,47	0,09	0,08
O x P210	-0,13 ± 0,22	-0,13	-0,13	(-0,60)–0,31	0,14	0,12
O x P365	0,26 ± 0,13	0,26	0,27	(-0,01)–0,50	0,01	0,20
O x P450	0,13 ± 0,12	0,16	0,14	(-0,12)–0,36	0,07	0,21
SAC x P120	0,20 ± 0,23	0,25	0,21	(-0,26)–0,62	-0,12	-0,08
SAC x P210	-0,08 ± 0,20	-0,06	-0,07	(-0,47)–0,28	0,00	-0,07
SAC x P365	0,08 ± 0,16	0,13	0,08	(-0,26)–0,39	0,03	0,00
SAC x P450	-0,04 ± 0,14	-0,04	-0,04	(-0,31)–0,22	0,07	0,00

M: musculosidade; E: estrutura física; R: aspectos raciais; C: conformação; O: ônfalo; SAC: sacro; P120: peso aos 120 dias de idade; P210: peso aos 210 dias de idade; P365: peso aos 365 dias de idade; P450: peso aos 450 dias de idade.

As estimativas de herdabilidade, para efeito genético direto e materno (Tabela 3), para pesos pré-desmama, foram inferiores às encontradas para os pesos pós-desmama (0,27 e 0,16; 0,28 e 0,13, para P120 e P210, respectivamente). Kamei et al. (2017) reportaram resultados inferiores, tanto para efeito genético direto quanto para o materno para P120 e P210, cujos valores foram 0,14 e 0,03; 0,17 e 0,09 em análises utilizando máximo verossimilhança restrita. Por outro lado, utilizando a inferência Bayesiana para a estimação dos parâmetros genéticos, Lopes et al. (2017) reportaram valores similares para as estimativas de herdabilidade direta (0,28 e 0,32) e superiores para as maternas de 0,32 e 0,29, para P120 e P210, respectivamente.

Tabela 6. Estimativas a posteriori das correlações genéticas, residuais e fenotípicas entre características de escores visuais e carcaça em bovinos Nelore.

Parâmetro	Correlação genética				Correlação residual	Correlação fenotípica
	Média ± DP	Moda	Mediana	IC (95%)		
M x AOL	0,03 ± 0,17	0,03	0,03	(-0,29)–0,34	0,26	0,32
M x EG	0,14 ± 0,17	0,15	0,14	(-0,19)–0,49	0,10	0,25
M x EGP8	0,05 ± 0,15	0,06	0,05	(-0,24)–0,34	0,13	0,24
E x AOL	0,22 ± 0,17	0,24	0,22	(-0,11)–0,53	0,14	0,13
E x EG	0,02 ± 0,18	0,01	-0,02	(-0,35)–0,33	0,12	0,01
E x EGP8	0,02 ± 0,16	-0,01	-0,02	(-0,31)–0,31	0,14	0,05
R x AOL	0,10 ± 0,15	0,06	0,10	(-0,19)–0,39	-0,01	0,00
R x EG	0,14 ± 0,17	0,14	0,14	(-0,21)–0,46	-0,10	-0,04
R x EGP8	0,02 ± 0,15	0,05	0,02	(-0,25)–0,31	0,00	-0,01
C x AOL	0,09 ± 0,17	0,06	0,08	(-0,24)–0,41	0,04	0,25
C x EG	0,14 ± 0,19	0,15	0,14	(-0,22)–0,50	0,08	0,25
C x EGP8	0,16 ± 0,17	0,20	0,17	(-0,15)–0,47	0,05	0,29
O x AOL	0,18 ± 0,18	0,15	0,18	(-0,16)–0,52	0,04	0,24
O x EG	0,17 ± 0,20	0,18	0,18	(-0,22)–0,53	-0,07	-0,04
O x EGP8	0,28 ± 0,19	0,28	0,28	(-0,07)–0,66	-0,06	-0,08
SAC x AOL	-0,37 ± 0,20	-0,39	-0,37	(-0,78)–0,02	0,14	0,00
SAC x EG	0,10 ± 0,21	0,12	0,10	(-0,31)–0,49	0,04	0,00
SAC x EGP8	0,14 ± 0,18	0,16	0,14	(-0,22)–0,47	0,00	0,01

AOL: área de olho de lombo; EG: espessura de gordura subcutânea; EGP8: espessura de gordura subcutânea na garupa; M: musculabilidade; E: estrutura física; R: aspectos raciais; C: conformação; O: ônfalo; SAC: sacro.

As herdabilidades maternas obtidas foram consideradas de magnitude baixa, no entanto, como a influência materna tem sua origem no genótipo da progenitora e pela ação ambiental, a variabilidade genética para herdabilidade materna nos diversos ambientes é uma importante fonte de variação para o desempenho. Assim, é válido testar e considerar a influência materna sobre os pesos que antecedem a desmama, para que não haja superestimação do valor genético aditivo direto e para avaliar a capacidade da fêmea em criar sua progênie até que ela seja desmamada (Kluska et al., 2018).

Por outro lado, as estimativas de herdabilidade de efeito direto para as características de crescimento indicam viabilidade de seleção e obtenção de ganho genético, sobretudo para as características mensuradas após o desmame. A maior magnitude observada das estimativas para P365 e P450 pode ser atribuída à maior proporção da variância aditiva em relação a ambiental, ou seja, características pós-desmame são menos influenciadas pelo ambiente que as obtidas até a desmama, levando em consideração que os animais são submetidos à mesma condição de manejo, indicando pequeno efeito do ambiente, em comparação com o genótipo, sobre o desempenho (Brunes, 2017). Outro fator a ser considerado é que os animais avaliados no presente estudo são oriundos de um mesmo rebanho, o que também pode ser resultado em menor variância ambiental e fenotípica para os diferentes pesos.

As estimativas de herdabilidade obtidas para P365 e P450 encontram-se dentro do intervalo apresentado na literatura, cujos valores variam de 0,14 a 0,44 para P365 e 0,36 a 0,44 para P450 (Garnero et al., 2010; Araújo et al., 2014; Moreira et al., 2015; Barbosa et al., 2017; Kamei et al., 2017).

Os resultados encontrados neste estudo indicam possibilidade de ganho genético por meio da seleção para ambos pesos mensurados após o desmame. Todavia, intensificar a seleção para peso ao sobreano pode influenciar no peso adulto e na exigência de manutenção dos animais (Miranda et al., 2006; Silva, 2016) e aumentar o intervalo de gerações. Estes gargalos podem ser contornados realizando seleção genética utilizando índices compostos por características associadas ao peso e que levam à obtenção de animais mais precoces (Brunes, 2017), como as de carcaça e os escores visuais.

Estimativas de herdabilidade de alta magnitude foram obtidas para AOL, EG e EGP8 cujos valores foram 0,42; 0,46 e 0,46, respectivamente, demonstrando que essas características podem responder de forma semelhante à seleção, devido à proporção da variância fenotípica, que é atribuída à genética (Brunes, 2017). Os resultados obtidos neste estudo estão em consonância com outros trabalhos que avaliaram a raça Nelore cujos valores são, de maneira geral, de moderada a alta magnitude, variando de 0,30 a 0,66 para AOL; 0,17 a 0,74 para EG; e 0,25 a 0,68 para EGP8 (Faria et al., 2015; Paula et al., 2015; Ceacero et al., 2016; Moraes et al., 2019).

A ampla gama de estimativas de herdabilidade para características relacionadas à carcaça, obtidas por ultrassonografia pode ser atribuída a fatores

como o número de animais avaliados, os efeitos inclusos no modelo estatístico, as diferenças ambientais e o manejo do rebanho. Ainda assim, os resultados encontrados neste estudo demonstram variabilidade genética existente para essas características, podendo ser incluídas como critério de seleção para obtenção de progresso genético no rebanho.

Os escores visuais obtidos pelo método Mercos apresentaram estimativas de herdabilidade de baixa a moderada magnitude, de 0,21; 0,28; 0,25; 0,25; 0,15 e 0,18, para M, E, R, C, O e SAC, respectivamente. Forni et al. (2007) relataram que características morfológicas sofrem grande influência ambiental, com isso, respostas de pequena magnitude a seleção direta podem ser esperadas, o que corrobora com as estimativas obtidas no presente estudo. Azevedo Junior et al. (2017), com objetivo de testar diferentes métodos (Henderson III, Máxima Verossimilhança Restrita-REML, Inferência Bayesiana e Modelo Linear Misto Generalizado-GLMM) para a estimação dos parâmetros genéticos para escores visuais, obtiveram estimativas de média a alta magnitude. Além disso, os autores relataram que o modelo mais adequado nas estimativas dos componentes de covariância foi aquele utilizando a metodologia Bayesiana, respaldando as análises realizadas neste estudo.

Utilizando a mesma metodologia de avaliação visual de tipo e método para estimação dos parâmetros genéticos, Faria et al. (2009a) reportaram estimativas de herdabilidade semelhantes para características M, E, R e C em bovinos Nelore avaliados aos 22 meses de idade e com um número próximo de animais utilizados no presente estudo. Por outro lado, resultados superiores para bovinos Nelore foram reportados por Paterno et al. (2017a), Paterno et al. (2017b), Silveira et al. (2019), para os escores visuais E, P e M, utilizando Inferência Bayesiana, cujos valores foram 0,33 a 0,40 para E; 0,40 a 0,44 para P e 0,35 a 0,37 para M. As estimativas de herdabilidades encontradas no presente estudo corroboram as informações reportadas na literatura e demonstram que essas características podem responder a seleção individual e promover ganhos genéticos.

Apesar de algumas metodologias de avaliação visual avaliarem características com nomes diferentes, como C e P (precocidade), estas são obtidas de maneira semelhante e apresentam estimativas de herdabilidade, em sua maioria, de magnitude moderada (Koury Filho et al., 2009; Gordo et al., 2012; Duitama et al., 2015), sendo válida a comparação entre ambas as caracterís-

ticas. Haja visto que, na avaliação para P, analisa-se a capacidade do animal em atingir o grau de acabamento mínimo na carcaça, observando profundidade de costelas, maior amplitude torácica, silhueta cheia, deposição de gordura subcutânea na base da cauda, que são pontos também utilizados na avaliação para C (Lôbo, 1996; Koury Filho et al., 2010).

Para a característica relacionada com aspectos raciais, Boligon et al. (2016) obtiveram estimativas de herdabilidade inferiores às encontradas neste estudo (0,14 e 0,15) para animais avaliados ao sobreano, estimados pelos modelos de linear e limiar, respectivamente. De acordo com esses autores, o padrão racial é fundamental para a manutenção da caracterização da raça, além de ser uma característica de fácil seleção. Em adição, as estimativas de herdabilidade obtidas demonstram que há viabilidade de seleção e incorporação de aspectos raciais no rebanho. A superioridade obtida no presente estudo para aspectos raciais pode ser atribuída ao fato que a fazenda priorizava manter animais que se enquadrassem melhor ao perfil da raça, uma vez que essas características podem ser utilizadas como um diferencial comercial e de valor agregado. Além disso, animais fora do padrão racial, não recebem o registro da associação responsável.

Entre as características visuais avaliadas, o ônfalo apresentou menor estimativa de herdabilidade, contudo, o resultado está coerente aos valores encontrados na literatura, variando de 0,11 a 0,42 (Faria et al., 2009a; Bignardi et al., 2011; Sima, 2015; Boligon et al., 2016). De acordo com Boligon et al. (2016), a avaliação do tamanho e o posicionamento do umbigo (umbigo, bainha e prepúcio), por meio de avaliações visuais, apresenta grande importância na seleção de reprodutores, no sentido de possibilitar a melhoria da característica mediante a escolha de touros com umbigo desejável, ou seja, escore mediano. Isso porque animais com umbigo e prepúcio muito curto podem resultar na síndrome de prolapso prepucial ou do umbigo (Franke; Burns, 1995), enquanto animais de umbigo excessivamente longo pode sofrer lesões, inflamações e traumas dificultando a monta natural e podendo tornar os animais inaptos à reprodução (Koury Filho et al., 2003; Bignardi et al., 2011). Além disso, de acordo com os padrões da raça Nelore, o umbigo não deve ultrapassar a linha dos jarretes (ABCZ, 2009).

Estimativa de herdabilidade superior (0,26) ao presente estudo para SAC foi reportada por Faria et al. (2009a) para bovinos Nelore avaliados aos 22

meses de idade. No entanto, apesar das estimativas de herdabilidade de baixa magnitude observadas no presente estudo, o osso sacro é de extrema importância para o sistema de produção, visto que o tamanho do sacro pode afetar na facilidade de parto, o que interfere no desempenho reprodutivo do animal. Ainda que a resposta à seleção seja mais lenta quando comparada à demais características visuais, sua seleção é viável e necessária (Cavalcanti, 2010). Além disso, o osso sacro é a base de cortes cárneos de maior valor agregado como a alcatra, que pode ser subdividida nos cortes maminha-da-alcatra, picanha e coração-da-alcatra, que são peças aderidas ao osso sacro e ileo (Feijó, 2021).

De maneira geral, pode-se inferir que as diferenças nas estimativas de herdabilidade encontradas neste estudo, quando comparadas as relatadas na literatura, podem ser atribuídas há diferença populacional; idade dos animais no momento da avaliação; número de animais avaliados; inconsistência do sistema de avaliação; variações entre observadores e ao modelo utilizado para estimação dos parâmetros genéticos. Contudo, as médias a posteriori obtidas, aliadas à facilidade de obtenção destas medidas e ao baixo custo de implementação, justificam a utilização destas como medidas auxiliares na seleção genética de bovinos Nelore (Faria et al., 2009a; Yokoo et al., 2009; Sima, 2015).

Na Tabela 4, estão apresentadas as estimativas a posteriori das correlações genéticas, residuais e fenotípicas entre as características de escores visuais. As correlações genéticas entre as características visuais apresentaram moderada a alta magnitude, com exceção das características O e SAC, que apresentaram correlação negativa próxima a zero. Esse resultado foi esperado devido à ausência de associação existente entre estas características, visto que são associadas a estruturas diferentes. Esta correlação genética insignificante indica que a seleção de uma característica não afetará a outra.

A musculosidade apresentou maior associação genética com conformação (0,89), mostrando que ambas as características são influenciadas, em grande parte, pelos mesmos conjuntos de genes. Esses eram resultados previstos, visto que animais de melhor conformação tendem a ser os mais precoces e apresentarem musculatura mais desenvolvida (Sima, 2015). De maneira semelhante, a musculatura se mostrou altamente correlacionada

com a estrutura física (0,79), indicando que o desenvolvimento e a distribuição muscular apresentam resposta correlacionada de alta magnitude com a sustentação do animal. A maior correlação genética entre essas características pode ser atribuída ao fato de que a musculatura e conformação estão associadas a animais com melhor estrutura para sustentação dos membros, maior precocidade sexual e de acabamento, podendo resultar na associação genética observada.

Embora animais Nelore apresentem, comumente, maior tamanho e comprimento corporal e baixo comprimento de costela, ou seja, classificações mais altas para E e baixas para C (Sima, 2015), o rebanho avaliado foi submetido à seleção genética simultânea para ambas as características. Isto é, buscou-se a identificação de animais de maior comprimento de costelas, mantendo uma estrutura adequada, alterando o biótipo corporal dos animais em resposta à seleção e também as covariâncias aditivas.

Araújo et al. (2010) relatam que os escores M, E e P descrevem o potencial de produção de carne do animal como um todo, ou seja, são componentes diretos do peso corporal do animal, assim aquele que se mostrar mais fácil de se mensurar, com maior herdabilidade e menos influenciado pelo avaliador seria recomendado como critério de seleção. As correlações genéticas obtidas no presente estudo entre escores M, E e C corroboram com os dados encontrados por Araújo et al. (2010), Duitama et al. (2015), Paterno et al. (2017a), Koury Filho et al. (2009), Regatieri et al. (2011), Toral et al. (2011), Santana Júnior et al. (2013), Silveira et al. (2019), Souza et al. (2020), cujos valores reportados variaram de 0,49 a 0,98 em animais da raça Nelore avaliados sob diferentes metodologias.

Foram observadas correlações genéticas de moderada a alta magnitude entre escores M com a R, O e SAC (0,37; 0,50 e 0,44, respectivamente), indicando que a seleção de animais com melhor desenvolvimento muscular, pode resultar na seleção de animais com melhor padrão racial, umbigo de tamanho mediano e animais com melhores sacros e vice-versa.

As características de estrutura e conformação se apresentaram altamente correlacionadas (0,64), o que pode ser atribuído ao fato de que animais mais bem conformados são aqueles que apresentam melhor estrutura física. Os altos coeficientes de correlações genéticas obtidos no presente estudo entre escores E com escores R, C e O corroboram com os resultados encontrados

por Lima et al. (2013), cujas estimativas foram de alta magnitude, confirmando que a seleção de animais com maior estrutura pode levar à seleção direta de animais mais precoces, com melhor conformação e melhor padrão racial. No entanto, pode resultar na seleção de animais com umbigos de maior comprimento, por serem animais de maior tamanho corporal. Além disso, a estrutura física apresentou estimativa de correlação genética de moderada magnitude com SAC (0,25).

Considerando as correlações genéticas obtidas entre R e O (0,51), animais que apresentam melhor posicionamento de umbigo são aqueles de melhor padrão racial, corroborando com as altas estimativas entre estes escores encontradas por Lima et al. (2013). No mesmo sentido, animais de melhor padrão racial poderá resultar na seleção de animais mais bem conformados. Considerando que é preconizado que os animais da raça Nelore não devem apresentar osso sacro saliente, mas sim no mesmo nível das ancas, a seleção de animais com racial poderá resultar na seleção de animais de melhor garupa, respaldando as correlações genéticas moderadas obtidas.

O osso sacro mostrou também estar bem correlacionado com a conformação (0,57), o que era esperado, visto que nessa avaliação, observa-se o esqueleto como um todo, como abertura de ísquio, linha dorso e das costelas, que deve ser paralela ou abrir no mesmo sentido da garupa. Dessa forma, a busca por animais mais bem conformados poderá levar à seleção daqueles com melhores garupas e vice-versa. O mesmo comportamento pode ser observado entre os escores de conformação e umbigo (0,65), indicando que parte dos mesmos genes afetam essas características na mesma direção, de forma que a seleção para animais mais bem conformados leva a uma resposta correlacionada no mesmo sentido para animais de umbigo mediano, o que é desejável para a raça.

Ressalta-se que as avaliações de características morfológicas apresentam um grau de subjetividade atribuída ao avaliador, além de serem influenciadas pelo ambiente, principalmente no que se refere à alimentação, ao manejo e aos efeitos genéticos não aditivos. Diante disso, é importante que as metodologias de avaliação visual sigam um padrão no momento da coleta de dados, tais como: avaliações realizadas dentro de grupos de contemporâneos. Isto é, com animais de idade semelhante, mesmo sexo e grupo de manejo, a fim de controlar fatores ambientais que possam influenciar no desempenho dos

animais. Além disso, é importante utilizar informações de dados de desenvolvimento, bem como peso, medidas de carcaça, dados reprodutivos, dando maior confiabilidade aos escores obtidos. A devida atenção a esses itens contribui de maneira significativa na avaliação de um melhor tipo morfológico individual, tornando menos viesada a atribuição das notas.

Na Tabela 5, estão apresentadas as estimativas a posteriori das correlações genéticas, residuais e fenotípicas entre as características de escores visuais e crescimento.

As correlações genéticas entre M, E e características de crescimento foram moderadas a alta, (0,37 a 0,57 e 0,35 a 0,46, respectivamente). Os resultados indicam que animais com maior acúmulo de massa muscular e estrutura bem desenvolvida para sustentação do corpo podem resultar na seleção de animais com maiores pesos corporais (Paterno et al., 2017a; Silveira et al., 2019). Esses resultados podem estar associados ao fato que animais mais pesados podem ser também aqueles com maior acúmulo de massa muscular. Além disso, o escore para estrutura indica a área que o animal abrange e o comprimento corporal estando, conseqüentemente, associado a animais de maior peso corporal (Abreu, 2014). Sendo assim, a musculosidade e a estrutura física mostraram ser importantes características utilizadas como critérios complementares de seleção junto as medidas de crescimento (Koury Filho et al., 2009).

Trabalhando com bovinos Nelore, Faria et al. (2008), Paterno et al. (2017a), e Silveira et al. (2019) reportaram correlações genéticas de alta magnitude entre escores M e E com pesos pré e pós-desmama, variando de 0,58 a 0,88 para M e 0,89 a 0,99 para E. Essas informações corroboram os resultados obtidos no presente estudo: bovinos que apresentam melhores medidas morfológicas, como maior acúmulo de massa muscular e estrutura bem direcionada para sustentação do corpo, podem resultar na seleção de animais com maiores pesos.

Apesar da alta correlação entre essas características, a seleção para apenas um grupo pode trazer resultados indesejáveis para o sistema produtivo, de forma que a inclusão de características de escores visuais, associadas as de desempenho como critério de seleção, permite, além do aumento do peso corporal, a manutenção de tipos morfológicos que são economicamente mais

eficientes e evita-se a permanência de biótipos extremos no rebanho (Koury Filho et al., 2010).

As estimativas encontradas para correlações residuais e fenotípicas entre os escores visuais e pesos corporais foram, de maneira geral, de baixa magnitude, com exceção entre M com P365 e P450 (0,29 e 0,27, respectivamente), e E com P365 (0,30). Esses resultados indicam que alterações ambientais que promovem aumento do peso ao ano e sobreano leva a melhorias no tipo morfológico para musculosidade e estrutura dos animais. Além disso, essas características podem ser utilizadas como indicadores fenotípicos de animais de maior peso pós-desmame.

Observou-se baixa associação genética entre aspectos raciais e as características de desempenho, com exceção dos pesos pré-desmame, o que já era esperado, visto que os animais mais pesados não são necessariamente os que apresentaram características raciais mais próximas ao padrão ideal. Os resultados obtidos neste estudo corroboram com os apresentados por Lima et al. (2013), que apresentaram correlações genéticas de baixa magnitude entre padrão racial e peso pós-desmame.

A conformação apresentou coeficientes de correlações genéticas de moderada magnitude com P120 e P365 (0,24 e 0,31, respectivamente) e de baixa com P210 e P450 (0,05 e 0,10, respectivamente), mostrando que, nem sempre, o peso do animal independe da sua conformação. Nesse caso, o animal pode apresentar muita musculatura, porém depositada em locais que não levam a uma boa conformação. Esses resultados podem ser atribuídos ao fato de que animais mais pesados são comumente animais tardios, enquanto C é uma característica ligada à precocidade. Assim, características de peso que são avaliadas de forma antecipada, como o P365, podem ser um melhor indicador da conformação. Resultados semelhantes ao presente estudo foram encontrados por Taveira et al. (2016), que encontraram correlação de moderada magnitude (0,35) entre conformação e peso ao sobreano. Por outro lado, resultados superiores foram encontrados por Faria et al. (2008), entre C e P210, P65 e P450 de 0,89, 0,92 e 0,99, respectivamente, Araújo et al. (2010) e Souza et al. (2020), de 0,52 e 0,66 entre C e peso aos desmame e entre C com peso ao sobreano, respectivamente.

Para ônfalo, as correlações genéticas obtidas foram 0,08; -0,13; 0,26 e 0,13 com P120, P210, P365 e P450, respectivamente, mostrando que os ani-

mais de melhor desempenho não são necessariamente os que apresentam melhor posicionamento do umbigo, o que pode ser respaldado pelo fato de o animal ainda estar em fase de crescimento e formação dos membros. No entanto, para P365, foram observadas correlações genéticas moderadas, haja visto que os animais já passaram por um critério de descarte no momento da desmama e novamente com P365, permanecendo na fazenda animais com bom desempenho e com bainha e umbigo adequados. Araújo et al. (2012), Campos et al. (2019), Gordo et al. (2012), Taveira et al. (2016) reportaram correlações de baixas magnitudes entre escore de umbigo (O) e pesos na desmama e ao sobreano, variando de 0,08 a 0,22 em animais das raças Nelore, Brangus, Hereford e Braford. Esses resultados corroboram aqueles obtidos no presente estudo.

Correlações genéticas de baixa magnitude também foram observadas entre osso sacro e características ponderais, demonstrando que animais de melhor desempenho não são, necessariamente, aqueles que apresentam garupa ideal ou osso sacro, tanto em seu tamanho quanto na sua inclinação. Esses resultados mostram que a seleção para desempenho não contribuirá para animais harmônicos na região do posterior, com osso sacro comprido, plano e largo, devendo ser inclusa como critério de seleção adicional, caso seja um objetivo dentro da fazenda.

Na Tabela 6, estão apresentadas as estimativas a posteriori das correlações genéticas, residuais e fenotípicas entre as características de escores visuais e carcaça.

As correlações genéticas entre características de escores visuais e de carcaça foram baixas, exceto entre AOL com E e SAC, que foram 0,22 e -0,37, respectivamente, e entre O com EGP8 (0,28). Enquanto a seleção para AOL levará a respostas favoráveis com a obtenção de animais de maior estrutura e maior capacidade de deposição de cortes cárneos, a seleção para SAC resultará na redução da AOL, devido à correlação negativa, devendo ambas serem inclusas como critério para obtenção de animais mais harmônicos. O resultado encontrado no presente estudo entre a correlação genética do escore de estrutura física com a área de olho está dentro daqueles reportados na literatura, cujas estimativas variam de baixa (0,12) a alta (0,91) (Faria et al., 2009b; Yokoo et al., 2009; Gordo et al., 2012; Busnardo et al., 2015; Silveira et al., 2019). No entanto, não foram encontrados estudos na

literatura sobre as mesmas condições para comparação entre as estimativas de correlações genéticas obtidas entre a AOL e SAC.

O escore de musculosidade apresentou correlação residual de moderada magnitude (0,26) com a área de olho de lombo, indicando que algumas condições ambientais influenciam simultaneamente essas características, de forma que melhorias ambientais que levem ao aumento da AOL podem resultar positivamente na seleção de animais com melhores musculaturas. Estimativa inferior a deste trabalho foram relatadas por Yooko et al. (2009), entre AOL e M (0,16), em animais da raça Nelore.

Foram obtidas correlações fenotípicas de maiores magnitudes entre os escores visuais de musculosidade e conformação com características de carcaça (AOL, EG e EGP8). No entanto, M apresentou maior correlação fenotípica com AOL (0,32), valor similar ao encontrado por Yokoo et al. (2009), mostrando que a distribuição das massas musculares pelo corpo do animal favorece uma maior área do músculo longissimus dorsi do qual é utilizado para mensuração da AOL e assim, maior rendimento dos cortes cárneos. Nesse sentido, M e C podem ser utilizados como indicadores fenotípicos de animais de maior rendimento e acabamento de carcaça, que são requisitos de alguns mercados específicos, podendo o produtor ser melhor remunerado quanto à qualidade de seu produto final (Faria et al., 2015; Gordo et al., 2016; Yokoo et al., 2009).

Apesar de os escores visuais e as características de carcaça obtidas por ultrassom poderem ser utilizadas para melhoria da qualidade da carcaça, existem algumas possíveis explicações que levaram a obtenção de baixas estimativas de correlações genéticas entre características de carcaça e escores visuais, que são: pontos de observações diferentes para ambas avaliações; variação na idade de mensurações das características, visto que os animais foram submetidos primeiro à avaliação visual e posteriormente à avaliação de carcaça (Oliveira; Cardoso, 2008), entre outros. Essas medidas são influenciadas pelo momento da avaliação, uma vez que seguem a curva de crescimento alométrico dos animais. Bovinos apresentam crescimento ósseo, seguido do muscular e posteriormente do tecido adiposo, assim, a deposição tecidual é alterada com o crescimento e peso, além do sexo, do genótipo e do manejo (Sainz, 2001).

Outro ponto que pode ter influenciado nessas estimativas é que somente uma pequena parcela (17%) dos animais avaliados nas análises apresentou fenótipo para ambos os grupos de características, podendo levar a obtenção de baixas estimativas. Assim, a realização da avaliação visual e de ultrassonografia de carcaça em idade aproximada e a inclusão de ambos os grupos de características como avaliação fenotípica influenciam os componentes de variância estimados e também a resposta à seleção. Além disso, os escores visuais, embora sejam resultado da avaliação dos animais como um todo, estão sujeitos à variação em decorrência do técnico que realiza a avaliação. Já as características obtidas por ultrassonografia são mais objetivas, mas leva em consideração até três pontos da carcaça, justificando a baixa associação obtida (Toral et al., 2011).

Uma das maiores limitações na indústria da carne brasileira reside na falta de padronização das carcaças bovinas (Castro et al., 2014). Nesse sentido, o mercado de exportação requer maior qualidade da carne e da carcaça, estando dispostos a oferecer uma melhor remuneração aos produtos de origem animal de melhor qualidade (Lima Neto et al., 2009). Assim, a utilização de medidas de ultrassonografia, que são técnicas consagradas para melhoria das características de carcaça e da carne, e escores visuais como medidas auxiliares para selecionar indivíduos mais bem conformados/equilibrados podem ser ferramentas importantes para aumento da qualidade e valor agregado da carne de zebuínos.

Diante dos resultados obtidos no presente estudo, os escores visuais para características devem responder à seleção individual e ao progresso genético, sendo indicado a utilização de escores de musculosidade, estrutura física, aspectos raciais e conformação para obtenção de maiores ganhos genéticos. Isso possibilitará a obtenção de animais mais harmônicos, com músculos bem distribuídos pelo corpo, boa estrutura física para sustentação dos membros, bem conformados, ou seja, animais equilibrados e funcionais, o que conseqüentemente resultará no aumento da frequência dessas características no rebanho selecionado. Como conseqüência, também poderá ser observado respostas no incremento do desempenho e em características de crescimento. Ainda assim, dada a baixa associação genética entre escores visuais e características de carcaça, recomenda-se a seleção simultânea para ambos os grupos de características visando a obtenção de animais com biótipo mais harmônico e funcional e também melhor conformação e qualidade de carcaça.

Conclusões

Os escores visuais, assim como características de desempenho e de carcaça apresentaram estimativas de herdabilidade direta moderadas a altas, exceto para ônfalo e sacro. Assim, M, E, R e C podem apresentar maior resposta à seleção se comparadas a O e SAC. A seleção genética para escores visuais trará respostas favoráveis entre si e também com as características de crescimento, podendo esperar mais respostas entre os escores visuais M e E com peso. No entanto, foi observada uma menor associação genética entre escores visuais e características de carcaça. Visando atender as demandas do mercado consumidor e da indústria frigorífica, faz-se necessário a junção de características de crescimento e de carcaça, aliadas a características morfológicas, a fim de buscar indivíduos mais equilibrados e harmônicos, uma vez que as correlações fenotípicas entre carcaça e escores visuais foram moderadas e favoráveis.

Características categóricas morfológicas podem ser utilizadas como ferramentas complementares que agregue valor na seleção objetiva, uma vez que estas levam à melhoria da composição de peso, qualidade e padronização das carcaças. No entanto, caso o rebanho não seja submetido à avaliação de medidas objetivas, os escores visuais podem ser utilizados como critérios únicos de seleção, fornecendo informações úteis para determinar tendências e promover seleção ao longo dos anos para um melhor tipo morfológico e funcional.

Referências

ABCZ. Associação Brasileira dos Criadores Zebu. **Manual do Serviço de Registro Genealógico das Raças Zebuínas e PMGZ**. Uberaba: ABCZ, 2009. 190 p.

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Beef Report- Perfil da Pecuária no Brasil**. Brasília: ABIEC, 50 p.

ABREU, L. R. A. **Parâmetros e tendências genéticas para escores visuais, pesos corporais e perímetro escrotal em bovinos da raça guzerá**. 2014. 83 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2014.

ARAÚJO, C. V.; LÔBO, R. B.; FIGUEIREDO, L. G.; MOUSQUER, C. J.; LAUREANO, M. M. M.; BITTENCOURT, T. C. B. S. C.; ARAÚJO, S. I. Estimates of genetic parameters of growth traits of Nellore cattle in the Midwest region of Brazil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 4, p. 846-853, 2014. DOI: doi.org/10.1590/S1519-99402014000400006.

- ARAÚJO, C. V.; NEHLS, W. F.; LAUREANO, M. M. M.; ZUBLER, R.; LÔBO, R. B.; FIGUEIREDO, L. G. G.; ARAÚJO, S. I.; BEZERRA, L. A. F. Modelos de regressão aleatória para características de crescimento de bovinos da raça Nelore do estado de Mato Grosso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 2, p. 448-456, 2016. DOI: 10.1590/1678-4162-8340.
- ARAÚJO, R. O.; MARCONDES, C. R.; EVERLING, D. M.; WEBER, T.; LOPES, J. S.; GARNERO, A. 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. DOI: 10.1590/S0100-204X2012000800007.
- ARAÚJO, R. O.; RORATO, P. R. N.; WEBER, T.; EVERLING, D. M.; LOPES, J. S.; DORNELLES, M. DE A. Genetic parameters and phenotypic and genetic trends for weight at weaning and visual scores during this phase estimated for Angus-Nellore crossbred young bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2398-2408, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010001100012.
- AZEVEDO JUNIOR, J.; PETRINI, J.; MOURÃO, G. B.; FERRAZ, J. B. S. Categorical Visual Score Traits of a Nellore Beef Cattle Population. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 8, 2017. DOI: 10.5539/jas.v9n8p63.
- BARBOSA, A. C. B.; CARNEIRO, P. L. S.; REZENDE, M. P. G.; RAMOS, I. O.; MARTIN-FILHO, R.; MALHADO, C. H. M. Parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodutivas em bovinos Nelore no Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 255, p. 447-450, 2017. DOI: 10.21071/az.v66i255.2523.
- BARBUT, S. Review: Automation and meat quality-global challenges. **Meat Science**, v. 96, n. 1, p. 335-45, 2014. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.07.002.
- BIGNARDI, A. B.; GORDO, D. G. M.; ALBUQUERQUE, L. G.; SESANA, J. C. Parâmetros genéticos de escore visual do umbigo em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 4, p. 941-947, 2011. DOI: 10.1590/S0102-09352011000400020.
- BOLIGON, A. A.; VARGAS, L. de; SILVEIRA, D. D.; ROSO, V. M.; CAMPOS, G. S.; VAZ, R. Z.; SOUZA, F. R. P. Genetic models for breed quality and navel development scores and its associations with growth traits in beef cattle. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 8, p. 1679-1684, 2016. DOI: 10.1007/s11250-016-1143-1.
- BRUNES, L. C. **Estudo genético-quantitativo de características de crescimento, reprodução, carcaça e escores visuais em um rebanho nelore sob seleção para precocidade sexual**. 2017. 190 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia, 2017.
- BUSNARDO, M.; ALMEIDA, J. P. D.; FARIA, C. U. Correlações fenotípicas entre características produtivas, reprodutivas e de carcaça de touros jovens da raça Nelore. **VETINDEX**, v. 21, n. 1, p. 41-47, 2015.
- CAMPOS, G. S.; REIMANN, F. A.; SCHIMDT, P. I.; CARDOSO, L. L.; SOLLERO, B. P.; BRACCINI, J.; YOKOO, M. J.; BOLIGON, A. A.; CARDOSO, F. F. Threshold and linear models for genetic evaluation of visual scores in Hereford and Braford cattle. **Animal Production Science**, v. 59, n. 4, p. 619, 2019. DOI: 10.1071/AN17436.
- CARVALHO, M. E.; BALDI, F. S.; ALEXANDRE, P. A.; SANTANA, M. H. A.; VENTURA, R. V.; BUENO, R. S.; BONIN, M. N.; REZENDE, F. M.; COUTINHO, L. L.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. C. S. Research Article. Genomic regions and genes associated with carcass quality in Nelore cattle. **Genetics Molecular Research**, v. 18, n. 1, 2019. DOI: 10.4238/gmr18226.

CASTRO, L. M.; MAGNABOSCO, C. U.; SAINZ, R. D.; FARIA, C. U.; LOPES, F. B. Quantitative genetic analysis for meat tenderness trait in Polled Nelore cattle. **Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 2, p. 393-402, 2014. DOI: 10.1590/S1806-66902014000200022.

CAVALCANTI, J. R. **Ossos sacro**: sua anatomia está relacionada à facilidade de partos. IRCA – O Nelore Carne, 2010. Disponível em: <http://sites.beefpoint.com.br/neloreirca/osso-sacro-sua-anatomia-esta-relacionada-a-facilidade-de-partos-irca-o-nelore>. Acesso em: 20 dez. 2020.

CEACERO, T. M.; MERCADANTE, M. E. Z.; CYRILLO, J. N. D. S. G.; CANESIN, R. C.; BONILHA, S. F. M.; ALBUQUERQUE, L. G. Phenotypic and genetic correlations of feed efficiency traits with growth and carcass traits in nelore cattle selected for postweaning weight. **PLoS One**, v. 11, n. 8, p. 1-11, 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.0161366.

DUITAMA, L. O.; DA FONSECA, R.; BERTIPAGLIA, T.; MACHADO, C. H.; SOARES FILHO, C. V. Estimativa de parâmetros genéticos para escores visuais e características de desenvolvimento ponderal na raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 4, p. 1111-1118, 2015. DOI: 10.1590/1678-4162-6874.

FARIA, C. U.; DE ANDRADE, W. B. F.; DE PEREIRA, C. F.; DA SILVA, R. P.; LÔBO, R. B. Análise bayesiana para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia de bovinos da raça Nelore Mocho, criados em bioma Cerrado. **Ciência Rural**, v. 45, n. 2, p. 317-22, 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20140331.

FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; DE ALBUQUERQUE, L. G.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B. Estimativas de correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassonografia em bovinos Nelore utilizando modelos bayesianos linear-limiar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 11, p. 2144-2151, 2009b. DOI: 10.1590/S1516-35982009001100011.

FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; DE ALBUQUERQUE, L. G.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B. Avaliação genética de características de escores visuais de bovinos da raça Nelore da desmama até a maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1191-1200, 2009a. DOI: 10.1590/S1516-35982009000700005.

FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; DE ALBUQUERQUE, L. G.; LOS REYES, A.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B. Estimativas de correlações genéticas entre escores visuais e características de crescimento em bovinos da raça Nelore utilizando modelos bayesianos linear-limiar. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 327-340, 2008.

FEIJÓ, G. L. D. **Padronização dos Cortes de Carne Bovina. Embrapa Gado de Corte**. Disponível em: <http://old.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/naoseriadas/cortes/>. Acesso em: 10 fev. 2021.

FORNI, S.; FEDERICI, J. F.; DE ALBUQUERQUE, L. G. 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. DOI: 10.1590/S1516-35982007000300008.

FRANKE, D. E.; BURNS, W. C. Sheat area in Brahman and grade Brahman calves and its association with preweaning growth traits. **Journal of Animal Science**, v. 61, n. 2, p. 399-401, 1985.

GARNERO, A. V.; MUÑOZ, M. C. C. D.; MARCONDES, C. R.; LÔBO, R. B.; LIRA, T.; GUNSKI, R. J. Estimativa de parâmetros genéticos entre pesos pré e pós-desmama na raça Nelore. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, n. 226, 2010. DOI: 10.21071az.v59i226.4748.

- GEWEKE J. Evaluating the Accuracy of Sampling-Based Approaches to the Calculation of Posterior Moments. In: BERNARDO, J. M.; BERGER, J. O.; DAWID, A. P.; SMITH, A. F. M. (ed.). **Bayesian Statistics 4**. New York: Oxford University Press, 1992. p. 625-631.
- GIANOLA, D.; FOULLEY, J. L. Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. **Genetics Selection Evolution**, v. 15, p. 201-224, 1983. DOI: 10.1186/1297-9686-15-2-201.
- GORDO, D. G. M.; BALDI, F.; LÔBO, R. B.; FILHO, W. K.; SAINZ, R. D.; ALBUQUERQUE, L. G. Genetic association between body composition measured by ultrasound and visual scores in Brazilian Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 12, p. 4223-4229, 2012. DOI:10.2527/jas.2011-3935.
- GORDO, D. G. M.; ESPIGOLAN, R.; TONUSSI, R. L.; JÚNIOR, G. A. F.; BRESOLIN, T.; MAGALHÃES, A. F. B.; FEITOSA, F. L.; BALDI, F.; CARVALHEIRO, R.; TONHATI, H.; OLIVEIRA, H. N.; CHARDULO, L. A. L.; ALBUQUERQUE, L. G. Genetic parameter estimates for carcass traits and visual scores including or not genomic information. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 5, p. 1821-1826, 2016. DOI: 10.2527/jas.2015-0134.
- KAMEI, L. M.; RIBEIRO, E. L. A.; FONSECA, N. A. N.; MUNIZ, C. A. S. D.; CAMILOTI, T. V.; KORITIAKI, N. A.; FORTALEZA, A. P. S. Genetic parameters of growth traits in Nelore cattle. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 1503-1520, 2017. DOI: 10.5433/1679-0359.2017v38n3p1513.
- KLUSKA, S.; OLIVIERIA, B. F.; BONAMY, M.; CHIAIA, H. L. J.; FEITOSA, F. L.; BERTON, M. P.; PERIPOLLI, E.; LEMOS, M. V. A.; TONUSSI, R. L.; LÔBO, R. B.; MAGNABOSCO, C. U.; DI CROCE, F.; OSTERSTOCK, J.; PEREIRA, A. S. C.; MUNARI, D. P.; BEZERRA, L. A.; LOPES, F. B.; BALDI, F. Estimates of genetic parameters for growth, reproductive, and carcass traits in Nelore cattle using the single step genomic BLUP procedure. **Livestock Science**, v. 216, p. 203-209, 2018. DOI: 10.1016/j.livsci.2018.08.015.
- KOETZ, C.; ROSO, V. M.; DA CRUZ FÁVARO, P.; PEREIRA, G. R.; BORGES, M. H. F.; BARCA JUNIOR, F. A.; BARCELOS, J. O. J.; RIBEIRO, E. L. A. Heritability estimation and genetic correlations for mature weight, visual scores, and growth traits in Nelore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, 2019. DOI: 10.1590/rbz4820170246.
- KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L. G. DE.; FORNI, S.; SILVA, J. A. I. V. YOKOO, M. J.; ALENCAR, M. M. 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. 1015-22, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010000500011.
- KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L. G.; ALENCAR, M. M.; FORNI, S.; SILVA, J. A. I. V.; LÔBO, R. B. 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. DOI:10.1590/S1516-35982009001200010.
- KOURY FILHO, W.; JUBILEU, J. S.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; PEREIRA, E. CARDOSO, E. P. Parâmetros genéticos para escores de umbigo e características de produção em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 5, 2003. DOI: 10.1590/S0102-09352003000500013.
- LEE, D.; MISZTAL, I.; BERTRAND, J. K.; REKAYA, R. National evaluation for calving ease, gestation length and birth weight by linear and threshold model methodologies. **Journal of Applied Genetics**, v. 43, n. 2, p. 209-216, 2002.
- LIMA NETO, H. R.; BERGMANN, J. A. G.; GONÇALVES, T. M.; ARAÚJO, F. R. C.; BEZERRA, L. A. F.; SAIZ, R. D.; LÔBO, R. B.; SILVA, M. A. Parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em bovinos da raça Guzerá. **Arquivo Brasileiro**

de **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 1, p. 251-258, 2009. DOI: 10.1590/S0102-09352009000100035.

LIMA, P. R. M. **Parâmetros Genéticos para características produtivas, reprodutivas e escores visuais em bovinos da raça Nelore**. 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2011.

LIMA, P. R. M.; PAIVA, S. R.; COBUCI, J. A.; NETO, J. B.; MACHADO, C. H. C.; MCMANUS, C. Genetic parameters for type classification of Nelore cattle on central performance tests at pasture in Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, v. 45, n. 7, p. 1627-1634, 2013. DOI: 10.1007/s11250-013-0408-1.

LOBO, R. B. **Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore**. Ribeirão Preto: ANCP, 1996. 46 p.

LOPES, F. B. **easyGEN**, 2019. Disponível em: <https://github.com/camult/easyGEN>. Acesso em: 20 dez. 2020.

LOPES, F. B.; FERREIRA, J. L.; LOBO, R. B.; ROSA, G. J. M. Bayesian analyses of genetic parameters for growth traits in Nelore cattle raised on pasture. **Genetics Molecular Research**, v. 16, n. 3, 2017. DOI: 10.4238/gmr16039606.

MIRANDA, E. N.; QUEIROZ, A. C. de; LANA, R. P.; MELLO, R.; GESUALDI JÚNIOR, A.; RESENDE, F. D. de; ALLEONI, G. F. Composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais de bovinos Caracu selecionados e Nelore selecionados ou não para peso ao sobreano. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1201-1211, 2006. DOI: 10.1590/S1516-35982006000400035.

MISZTAL, I.; TSURUTA, S.; LOURENCO, D. A. L.; AGUILAR, I. LEGARRA, A.; VITEZICA, Z. **Manual for BLUPF90 family of programs**. Athens: University of Georgia, 2019. 25 p.

MORAES, F. D.; ABREU, L. R. A.; TORAL, L. F. B.; FERREIRA, I. C.; VENTURA, H. T.; BERGMANN, J. A. G.; PEREIRA, I. G. Selection for feed efficiency does not change the selection for growth and carcass traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 136, n. 6, p. 464-473, 2019. DOI: 10.1111/jbg.12423.

MOREIRA, H. L.; CANOVA, É. B.; MUNARI, D. P.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B.; PAZ C. C. P. Parâmetros genéticos para período de gestação e características de crescimento pré e pós desmame em bovinos Nelore. **Boletim da Indústria Animal**, v. 72, n. 2, p. 130-135, 2015. DOI: 10.17523/bia.v72n2p130.

NICHOLSON, M. J.; BUTTERWORTH, M. A. Guide to Condition Scoring of Zebu Cattle. **International Livestock Centre for Africa, Addis Ababa**, v. 29, 1986. DOI: 10568/49674.

OLIVEIRA, M. A.; CARDOSO, V. C. R. Avaliações visuais e ultra-sonografia: medidas distintas que se complementam. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 7. 2008, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP: SBMA, 2008. 4 p.

PATERNO, F. M.; BUZANSKAS, M. E.; KOURY FILHO, W.; LÔBO, R. B.; QUEIROZ, S. A. Evaluation of body weight and visual scores for genetic improvement of Nelore cattle. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, n. 3, p. 467-473, 2017a. DOI: 10.1007/s11250-016-1215-2.

PATERNO, F. M.; BUZANSKAS, M. E.; KOURY FILHO, W.; LÔBO, R. B.; QUEIROZ, S. A. Genetic analysis of visual assessment and body weight traits and their relationships with reproductive traits in Nelore cattle. **Journal of Agricultural Science**, v. 155, n. 4, p. 679-687, 2017b. DOI:10.1017/S0021859617000028.

- PATERNO, F. M. **Análise genética de escores visuais e sua relação com características reprodutivas de animais da Raça Nelore**. 2015. 88 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015.
- PAULA, E. J. H.; MARTINS, E. N.; DE OLIVEIRA, C. A. L.; MAGNABOSCO, C. U.; SAINZ, R. D.; GERON, L. J. V.; SOUZA NETO, E. L.; PORTO, E. P.; MIGUEL, G. Z. Associations between reproductive and carcass traits in Nelore. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 6, p. 4423-4434, 2015. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n6Supl2p4423.
- REGATIERI, I. C.; BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G. Genetic analysis of visual scores and their relationships to mature female weight in Nelore breed. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 1, p. 100-105, 2011. DOI: 10.1590/S1516-35982011000100014.
- SAINZ, R. D.; ARAUJO, F. R. C. Tipificação de carcaças de bovinos e suínos. **Animal Science Department**, 2001. 27 p.
- SANTANA JÚNIOR, M. L.; ELER, J. P.; CUCCO, D. C.; BIGNARDI, A. B.; FERRAZ, J. B. S. Genetic associations between hip height, body conformation scores, and pregnancy probability at 14 months in Nelore cattle. *Livestock Science*, v. 154, p. 13-18, 2013. DOI:10.1016/j.livsci.2013.02.018.
- SILVA, B. C. A. **Associação genética entre o peso adulto e algumas características produtivas e reprodutivas em bovinos Nelore**. 2016. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, 2016.
- SILVEIRA, D. D.; DE VARGAS, L.; PEREIRA, R. J.; CAMPOS, G. S.; VAZ, R. Z.; LÔBO, R. B.; SOUZA, F. R. P.; BOLIGON, A. A. Quantitative study of genetic gain for growth, carcass, and morphological traits of Nelore cattle. Plaizier J, editor. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 99, n. 2, p. 296-306, 2019. DOI: 10.1139/cjas-2018-0078.
- SIMA, P. S. **Modelos estaísticos para análise genética de escores visuais em bovinos de corte**. 2015. 52 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 2015.
- SMITH, B. J. BOA: an R package for MCMC output convergence assessment and posterior inference. **Journal of Statistics Software**, v. 21, p. 2–37, 1997.
- SORENSEN, D.; GIANOLA, D. **Likelihood, Bayesian, and MCMC Methods in Quantitative Genetics**. New York: Springer, 2002.
- SOUZA, J. C.; VARGAS, M. S.; DE REZENDE, M. P. G.; FILHO, R. S. C.; BARROS, B. J.; MOTA, M. F.; ARRUDA, R. M. S.; FERRAZ FILHO, P. B.; SOUZA, C. F.; MALHADO, C. H. M. Uso de escores visuais como indicativo do peso à desmama em bovinos da raça Nelore. **Livestock Research of Rural Development**, v. 31, n. 5, p. 1-7, 2020.
- SOUZA, J. S. **Escore visuais para aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo nas raças Hereford e Braford: variabilidade genética e correlações**. 2019. 85 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Pelotas: Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, 2019.
- TAVEIRA, R. Z.; NETO, O. J. S.; AMARAL, A. G. A.; PIMENTA, O. S.; CARVALHO, F. E.; OLIVEIRA, B. C.; MARTINS, T. R. Desempenho e escores visuais em bovinos ao sobre ano da raça Nelore. **Pubvet – Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 10, p. 503-506, 2016.

TORAL, F. L. B.; ROSO, V. M.; DE ARAÚJO, C. V.; FILHO, J. C. R. Genetic parameters and response to selection for post-weaning weight gain, visual scores and carcass traits in Hereford and Hereford×Nellore cattle. **Livestock Science**, v. 137, p. 231-237, 2011. DOI: 10.1016/j.livsci.2010.11.013.

TSURUTA, S.; MISZTAL, I. THRGIBBS1F90 for estimation of variance components with threshold-linear model. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8., 2006, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: WGGALP, 2006. 3 p.

VAN TASSEL, C. P.; VAN VLECK, L. D. Multiple-trait Gibbs sampler for animal models; flexible programs for Bayesian and likelihood-based (co) variance components inference. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 2586-2597, 1996. DOI: 10.2527/1996.74112586x.

VAN TASSELL, C. P.; VAN VLECK, L. D.; GREGORY, K. E. Bayesian analysis of twinning and ovulation rates using a multiple-trait threshold model and Gibbs sampling. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 8, p. 2048-2061, 1998. DOI: 10.2527/1998.7682048x.

YOKOO, M. J. T.; WERNECK, J. N.; PEREIRA, M. C.; ALBULQUERQUE, L. G. C.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R. D.; LÔBO, R. B.; ARAUJO, F. R. C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, 2009. DOI: 10.1590/S0100-204X2009000200012.

YOKOO, M. J. I.; MAGNABOSCO, C. U.; GONZALEZ, R. D. S.; FARIA, C. U.; ARAUJO, F. R. C.; ROSA, G. J. M.; CARDOSO, F. F.; ALBUQUERQUE, L. G. **Avaliação Genética de Características de Carcaça Utilizando a Técnica do Ultrassom em Bovinos de Corte**. Bagé, RS: Embrapa Pecuária Sul, 2011. 36 p. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 115).

Embrapa

Cerrados

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 016961