

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

**RELAÇÕES GENÉTICAS ENTRE ÍNDICES DE BIOTIPO
ANIMAL E CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA
EM BOVINOS NELORE**

**Nicole Colucci Tramonte
Zootecnista**

2018

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

**RELAÇÕES GENÉTICAS ENTRE ÍNDICES DE BIOTIPO
ANIMAL E CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA
EM BOVINOS NELORE**

Nicole Colucci Tramonte

Orientador: Prof. Dr. Fernando Sebastian Baldi Rey

**Coorientadores: Prof. Dr. Claudio de Ulhoa Magnabosco
Dr. William Koury Filho
Dr. Rafael Lara Tonussi**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento Animal

T771r Tramonte, Nicole Colucci
 Relações genéticas entre índices de biotipo animal e
 características de importância econômica em bovinos
 Nelore / Nicole Colucci Tramonte. -- Jaboticabal, 2018
 64 p.

 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
 (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,
 Jaboticabal
 Orientador: Fernando Sebastian Baldi Rey

 1. Estrutura corporal. 2. Genômica. 3. Musculosidade.
 4. Precocidade. 5. Zebuínos. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA****Câmpus de Jaboticabal****CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: **RELAÇÕES GENÉTICAS ENTRE ÍNDICES DE BIOTIPO ANIMAL E CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA EM BOVINOS NELORE**

AUTORA: NICOLE COLUCCI TRAMONTE

ORIENTADOR: FERNANDO SEBASTIAN BALDI REY

COORDENADOR: WILLIAM KOURY FILHO

COORDENADOR: CLAUDIO DE ULHOA MAGNABOSCO

COORDENADOR: RAFAEL LARA TONUSSI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em **GENÉTICA E MELHORAMENTO ANIMAL**, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. **FERNANDO SEBASTIAN BALDI REY**
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. **DANISIO PRADO MUNARI**
Departamento de Ciências Exatas / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Profa. Dra. **CARINA UBIRAJARA FARIA (Videoconferência)**
Universidade Federal de Uberlândia / Uberlândia/MG

Jaboticabal, 22 de outubro de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Nicole Colucci Tramonte – Nascida em 17 de maio de 1991, em São José do Rio Preto – SP, é filha de Júlio César Tramonte e Cassia Maria Colucci Tramonte e irmã de Bruno Colucci Tramonte. No ano de 2009, iniciou o curso de Bacharelado em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal e 14 de março de 2014 colou grau e recebeu os prêmios: “Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal”, por ter obtido a maior média entre as disciplinas ministradas e “Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de São Paulo”, tendo em vista a aprovação em 1º lugar no conjunto das disciplinas profissionalizantes do curso de graduação em zootecnia. Durante a graduação, sob orientação do Prof. Dr. Danísio Prado Munari, foi bolsista Fapesp de iniciação científica no país e no exterior na área de melhoramento genético de bovinos de leite e de corte de 2011 a 2013. O projeto intitulado “Estimação de parâmetros genéticos, tendências genéticas e valores genéticos de características produtivas e reprodutivas de bovinos da raça Guzerá” resultou no Trabalho de Conclusão de Curso e no “Prêmio Zootecnia”, atribuído ao melhor trabalho de iniciação científica para graduação em zootecnia. Em 2014 iniciou a carreira de consultora técnica em melhoramento genético de bovinos de corte na empresa BrasilcomZ – Zootecnia Tropical e em 2015 na Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP).

EPÍGRAFE

“Não importa o que aconteça, continue a nadar”.
(W., GRAHAM. **PROCURANDO NEMO**, 2003).

DEDICATÓRIA

À minha amada mãe,

Cassia Maria Colucci Tramonte, por ser meu porto seguro. Obrigada por acreditar e me apoiar em todas as situações, me ensinando a encarar de frente e superar qualquer desafio com fé em Deus e perseverança.

DEDICO.

2018

AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar meus passos e me fortalecer mais a cada dia.

À minha querida família: mãe Cassia Maria Colucci Tramonte, irmão Bruno Colucci Tramonte, avós Geral Colucci, Elídia Rúbio Colucci, Hylda Aparecida Girotti Tramonte, padrinho Alexandre César Tramonte e madrinha Adriana Cristina Tramonte, pelo amor, carinho e estrutura.

Ao meu pai, Júlio César Tramonte, por ser minha inspiração nos estudos.

Ao meu companheiro, Rafael de Almeida Hatum, pelo amor e paciência.

À minha amada filha que está a caminho, Manuela Tramonte Hatum, por ser a minha inspiração e fonte de esperança.

Aos meus amigos, pelo companheirismo e lealdade em todos os momentos.

Aos meus orientadores, Fernando Sebastian Baldi Rey, Claudio de Ulha Magnabosco, William Koury Filho e Rafael Lara Tonussi, pelos ensinamentos, conselhos e amizade.

Ao meu querido professor e amigo Prof. Dr. Danísio Prado Munari, pelos conselhos e orientação.

À equipe BrasilcomZ – Zootecnia Tropical: William, Naomi, Suelen, Rafael, Guilherme e José pelo incentivo e apoio.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP, FCAV, Campus de Jaboticabal), funcionários e docentes, pelos serviços e ensino de qualidade.

À Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP), pela concessão dos dados para a realização do presente trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	4
3 REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1 Características de crescimento	5
3.2 Características de carcaça	6
3.3 Características morfológicas	8
3.4 Características reprodutivas	14
4 REFERÊNCIAS	19
1 INTRODUÇÃO	28
2 MATERIAL E MÉTODOS	31
2.1 Estrutura e edição do arquivo de dados	31
2.2 Estimativas de parâmetros genéticos e componentes de variância	34
2.3 Análises de componentes principais	36
2.4 Combinação de escores visuais – índice SAM	38
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4 CONCLUSÃO	48
5 REFERÊNCIAS	49

RELAÇÕES GENÉTICAS ENTRE ÍNDICES DE BIOTIPO ANIMAL E CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA EM BOVINOS NELORE

RESUMO – A seleção com ênfase para crescimento pode conduzir a animais de grande porte a idade adulta, tardios e com maior exigência de manutenção, difícil de ser suprida em sistemas de produção à base de pastagens tropicais, em que o maior prejuízo é o comprometimento do desempenho reprodutivo das matrizes. Neste sentido, a seleção não deve ser conduzida exclusivamente para peso, mas para composição de peso e, conseqüentemente, para o biotipo animal, onde os escores visuais de estrutura corporal (E), precocidade (P) e musculosidade (M) podem ser critérios de seleção eficientes para atingir esse objetivo. O objetivo do presente estudo foi reunir as características morfológicas ao sobreano de estrutura (ES), precocidade (PS) e musculosidade (MS) em características únicas indicadoras de biotipo animal e estimar os parâmetros genéticos para as mesmas e para características de importância econômica, a fim de verificar a possibilidade da utilização das características indicadoras de biotipo animal em programas de melhoramento genético de bovinos de corte em bovinos da raça Nelore. O modelo utilizado para a estimativa de parâmetros genéticos incluiu o efeito aleatório genético aditivo direto e o efeito fixo de grupo de contemporâneos. Para as análises foi utilizada a metodologia ssGBLUP. Os índices de biotipo animal apresentaram estimativas de herdabilidade de moderada magnitude e podem ser recomendados como critérios de seleção em substituição à seleção praticada por meio dos escores visuais de E, P e M. As correlações genéticas entre as características indicadoras de biotipo e as de importância econômica indicaram que a seleção direta para biotipo poderá contribuir para a obtenção de ganhos em desempenho ponderal e para precocidade sexual e de terminação.

Palavras-chave: composição de peso, estrutura corporal, musculosidade, precocidade, zebrúinos

GENETIC RELATIONSHIPS BETWEEN ANIMAL BIOTYPE INDEX AND ECONOMY IMPORTANCE TRAITS IN NELORE BEEF CATTLE

ABSTRACT: Selection with an emphasis on growth may lead to large, late-aged and more maintenance-demanding adult animals, difficult to supply in tropical pasture-based production systems, where the greatest impairment is impairment of reproductive performance of the matrices. In this sense, the selection should not be conducted exclusively for weight, but for weight composition and thus the visual scores of body structure (BS), finishing precocity (FP) and muscling (MS) can be efficient tools. The objective of the present study was to gather the morphological characteristics to the structure (BS) finishing precocity (FP) and muscling (MS) in unique characteristics indicating animal biotype and to estimate the genetic parameters for them and for characteristics of economic importance, in order to verify the possibility of the use of animal biotype indicator characteristics in breeding programs of beef cattle in Nelore cattle. The model used for the estimation of genetic parameters included the additive genetic direct random effect and the fixed group effect of contemporaries. For the analyzes, the ssGBLUP methodology was used. The animal biotype indices presented estimates of moderate magnitude heritability and may be recommended as selection criteria in place of the selection practiced by means of the visual scores of BS, FP and MS. The genetic correlations between the biotype indicative characteristics and those of importance economic evaluation indicated that direct selection for biotype could contribute to gains in weight performance and to sexual precocity and termination.

Keywords: body structure, finishing precocity, muscling, weight composition, zebu cattle

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho bovino do mundo, com aproximadamente 222 milhões de cabeças, o que representa mais de 15% do total mundial de bovinos (ABIEC, 2018). Aproximadamente 80% do rebanho nacional é composto por raças zebuínas, e têm exercido importante papel na produção de carne por aliarem a adaptação e eficiência produtiva no país, no qual predomina clima tropical. Dentre as raças zebuínas existentes no Brasil, a Nelore corresponde a quase 90% do rebanho (IBGE, 2014).

O total monetário movimentado pela cadeia produtiva da carne somou em 2017 o valor de R\$ 523,25 bilhões, crescimento de 3,6% em relação a 2016. O total de número de abates em 2017 foi de 39,2 milhões de cabeças e, assim, o volume de carne produzida chegou a 9,71 milhões de toneladas equivalente carcaça (TEC). Do total de carne produzida, 20% foi exportada e 80% abasteceu o mercado interno, contribuindo para um consumo de cerca de 37,5 quilos de carne bovina por habitante em 2017. Os números evidenciam o Brasil como o principal fornecedor de carne bovina para o mundo e revelam a capacidade da cadeia de produção de carne reagir e aperfeiçoar seus modelos produtivos para atender as necessidades do mercado (ABIEC, 2018).

O aperfeiçoamento dos sistemas de produção para atender as necessidades do mercado, nacional e internacional, podem ser obtidos pelo melhoramento do ambiente, por meio de mudanças nos manejos nutricional, sanitário e reprodutivo, e pelo melhoramento genético, o qual é realizado por meio de sistemas de acasalamento e seleção. O melhoramento do ambiente é um processo rápido, temporário e de elevado custo em mão-de-obra e insumos, já o melhoramento genético, embora demorado, é permanente (ALENCAR, 2002) e é um processo acumulativo, em rebanhos de cria.

O melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil tem se baseado, principalmente na seleção para pesos padronizados e ganhos de peso em diferentes idades (QUEIROZ et al., 2013). A seleção de animais zebuínos no Brasil passou por várias fases, inicialmente foi baseada em características qualitativas, principalmente relacionadas à caracterização racial. Posteriormente

foram implantados processos de seleção para características de produção, tais como: controle ponderal, controle leiteiro, provas de ganho em peso, testes de progênie e, a partir da implementação de programas de melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil, os critérios de seleção utilizados foram, principalmente, as características de crescimento, tais como: pesos padronizados em diferentes idades, ganhos de peso e dias para atingir determinados pesos.

As características de crescimento estão diretamente ligadas a eficiência econômica da pecuária de corte, são de fácil mensuração e apresentam variância genética aditiva direta de magnitude média a alta (PATERNO et al., 2016), portanto, respondem bem à seleção, e apresentam correlações genéticas favoráveis com outras características de importância econômica, tais como as características de carcaça (PIRES et al., 2017). Argumentos que justificam a grande aceitação por parte dos produtores e a utilização dessas características como principais critérios de seleção.

A seleção com ênfase em maiores pesos pode conduzir a animais de grande porte, ou maior *frame size*, a idade adulta, de biotipo tardio e com maior exigência de manutenção, difícil de ser suprida em sistemas de produção à base de pastagens tropicais, em que o maior prejuízo é o comprometimento do desempenho reprodutivo das matrizes, característica de impacto econômico na pecuária, e só ocorre quando as fêmeas estão em bom estado de escore corporal, condição necessária para que a vaca crie bem seu produto e volte a engravidar (VARGAS, 1999). Devido ao fato de no Brasil ocorrer estação seca, associada à maior exigência nutricional dos animais de maiores estruturas, as diferenças de desempenho reprodutivo entre animais de tamanhos diferentes são acentuadas, uma vez que seus escores corporais serão diferentes no início da estação de monta (PEREIRA et al., 2001).

Segundo Pourrain (2004), *frame size* é uma medida objetiva, baseada na relação da altura de garupa do animal com sua idade. É uma maneira simples de descrever o tamanho ou estrutura corporal do animal. O *frame size* reflete o conjunto dos fenômenos biológicos hiperplasia, hipertrofia, alterações na forma e na composição química das células, resultando em diferenças nas taxas de crescimento dos tecidos ósseo, muscular e adiposo (HORIMOTO et al., 2006). Animais com *frames size* distintos apresentam curvas de crescimento distintas

em relação à composição corporal. De acordo com Horimoto et al. (2006), animais de *frame size* pequeno (biotipo precoce) atingem a sua maturidade fisiológica com menor peso e com nível maior de gordura na carcaça quando comparados com animais de *frame size* maiores (biotipo tardio). Os mais precoces iniciam a desaceleração do crescimento muscular antecipadamente, o que gera uma consequente aceleração na deposição de gordura de acabamento (HORIMOTO et al., 2006). Assim, o *frame size* pode ser utilizado para classificar os animais segundo seu padrão de crescimento e deposição de gordura e selecionar os de tamanho mais adequado ao sistema de produção praticado. Segundo Menezes et al. (2009), em ambientes livres de estresse e com alimentação farta, animais que apresentam um *frame* grande podem ser mais rentáveis, mas em ambientes de condições menos favoráveis é preferível a criação de animais que apresentem *frame* de pequeno a médio.

Segundo Trenkle e Wilham (1977) do ponto de vista econômico, o desempenho reprodutivo de um rebanho é cinco vezes mais importante do que o ganho de peso e dez vezes mais importantes do que a qualidade da carcaça dos indivíduos. De acordo com Eler et al. (2012), a maior importância econômica das características reprodutivas se deve, geralmente, ao seu impacto na taxa de natalidade e, conseqüentemente, no número de animais excedentes disponíveis para venda em sistemas de criação de gado. Apesar do desempenho reprodutivo ser de grande importância econômica, apenas a partir dos anos 2000 as características reprodutivas foram inseridas nos programas de melhoramento genético, uma vez que, com exceção do perímetro escrotal, são de difícil mensuração e apresentam estimativas de herdabilidade de baixa magnitude, o que significa que existe forte influência ambiental na expressão dessas características e, conseqüentemente, podem responder lentamente ao processo de seleção (BUZANSKAS et al., 2010). Dada a importância das características reprodutivas, a seleção não deve ser conduzida exclusivamente para peso mas para a composição de peso, que se distribui em tecido muscular, adiposo e ósseo. A seleção para composição de peso pode trazer resultados positivos em ganhos nas precocidades sexual e de terminação, diminuir o ciclo de produção e, conseqüentemente, contribuir para o aumento da produtividade e eficiência econômica e ambiental.

As avaliações de ultrassonografia de carcaça e escores visuais podem ser ferramentas eficientes. Tais ferramentas podem alterar a curva de crescimento dos animais. Ressaltando-se que, enquanto os escores visuais avaliam a morfologia do animal, o ultrassom mede pontualmente áreas indicadoras de qualidade de carcaça. Segundo YOKOO et al. (2009), a ultrassonografia de carcaça mede pontualmente a área de olho de lombo (AOL), a espessura de gordura subcutânea da costela (EG) e a espessura de gordura na garupa (EGP8), e permite a seleção por qualidade da carcaça e composição de peso, predizendo a qualidade de acabamento e rendimento. As características de escores visuais de estrutura corporal (E), precocidade (P) e musculosidade (M) podem ser uma maneira prática e de baixo custo para avaliar a morfologia dos animais, podendo auxiliar no processo de seleção por dados fenotípicos e avaliações genéticas (KOURY FILHO et al., 2006).

A análise conjunta das características morfológicas de E, P e M permite a identificação do biotipo animal, enquanto que a interpretação isolada de cada característica auxilia na seleção de animais para determinado escore visual, dificultando a utilização dessas informações em programas de melhoramento genético de bovinos de corte. Assim, uma alternativa interessante para a seleção para morfologia pode ser realizada pela formação de características que reúnam os escores visuais de E, P e M.

2 OBJETIVOS

Reunir as escores visuais de estrutura, precocidade e musculosidade ao sobreano em características indicadoras da morfologia animal, e estimar os parâmetros genéticos para as mesmas e também para características de importância econômica de peso ajustado aos 450 dias de idade, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea na costela, espessura de gordura subcutânea na garupa, perímetro escrotal ajustado aos 365 e 450 dias de idade, idade ao primeiro parto, probabilidade de parto precoce e stayability, afim de verificar a possibilidade da utilização das características indicadoras biotipo animal em programas de melhoramento genético de bovinos de corte em bovinos da raça Nelore.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Características de crescimento

Os critérios de seleção mais utilizados em programas de melhoramento genético em bovinos de corte são as características ponderais (FARIA et al., 2011), tais como: pesos medidos em diferentes idades, ganhos em peso e dias para atingir determinado peso. Essas características estão diretamente ligadas à produção de carne e, conseqüentemente, ao retorno econômico da atividade. Além disso, são de fácil mensuração, estão positivamente correlacionadas com outras características de interesse econômico, e respondem à seleção, por apresentarem estimativas de herdabilidade de moderada a alta magnitude (KOURY FILHO et al., 2009; GORDO et al., 2012; TONUSSI et al., 2015; MARQUES et al., 2013; DUITAMA et al., 2015; PATERNO et al., 2016).

O peso ao sobreano é um critério de seleção usado para avaliar o crescimento dos animais após desmama. As herdabilidades estimadas por Koury Filho et al. (2009), Gordo et al. (2012), Tonussi et al. (2015), Duitama et al. (2015) e Paterno et al. (2016), para peso ao sobreano em bovinos de corte da raça Nelore, foram de moderada a alta magnitude (0,29, 0,37, 0,37, 0,40 e 0,50, respectivamente). MARQUES et al., (2013), trabalharam também com bovinos da raça Nelore em provas de ganho em peso em regime de confinamento e obtiveram estimativas de herdabilidade para peso ao sobreano de alta magnitude (0,60).

O peso ao sobreano deve continuar a ser utilizado em programas de melhoramento de bovinos de corte, por ter grande impacto econômico na atividade e por apresentar estimativas de herdabilidade de moderada a alta magnitude e responder rapidamente ao processo de seleção. No entanto, a seleção para tal característica pode ser realizada em conjunto com características que possibilitem a composição de peso e biotipo adaptado ao sistema de produção de carne. O uso do peso corporal como principal critério de seleção pode resultar em animais maiores na idade adulta (BOLIGON et al., 2009), o que não é desejável em um sistema extensivo de produção de carne, devido à alta necessidade de manutenção da matriz e baixa oferta de nutrientes do ambiente, o que pode levar a baixa eficiência reprodutiva e, conseqüentemente,

um retorno econômico indesejável. Segundo Tanaka et al. (2012), as matrizes representam a categoria animal que consome grande parte dos recursos alimentares disponíveis ao rebanho e o custo de manutenção destas é um dos principais fatores de influência nos custos de produção. Assim, a seleção de animais com um fenótipo adaptado a determinado sistema de produção de carne é um aspecto fundamental para o aumento da eficiência de uma empresa rural (FARIA et al. 2009).

3.2 Características de carcaça

A técnica da ultrassonografia permite a avaliação das características da carcaça por um procedimento não invasivo e não deixa resíduos nocivos na carne dos animais (YOKOO et al., 2009), o que permite a seleção por qualidade da carcaça e composição de peso. Dessa forma, a avaliação é considerada uma tecnologia de baixo custo e de fácil aplicação, quando comparada à mensuração realizada diretamente na carcaça após o abate. A utilização de métodos de avaliação da qualidade da carcaça que impliquem o abate do animal não é vantajosa, pois os altos custos do teste de progênie limitam o número de animais a serem testados, o que diminui a intensidade de seleção, com consequente decréscimo da resposta à seleção. As características indicadoras de qualidade da carcaça obtidas por ultrassom em tempo real mais estudadas são:

- AOL (cm²) – Área de olho de lombo (Figura 1, medida a), que é a área de uma secção transversal do músculo *Longissimus dorsi* entre as 12^a e 13^a costelas, frequentemente utilizada como característica indicadora de musculosidade, rendimento de carcaça e, especialmente, à proporção de cortes nobres em uma carcaça;
- EG (mm) – Espessura de gordura subcutânea na costela (Figura 1, medida a), que é a espessura do depósito de gordura subcutânea entre as 12^a e 13^a costelas. É uma característica indicadora do grau de acabamento da carcaça;
- EGP8 (mm) – Espessura de gordura subcutânea na garupa, que é a espessura do acúmulo de gordura subcutânea na garupa, que se situa na intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris*, localizados

entre o ílio e o ísquio do animal (Figura 1, medida b). É também uma característica indicadora do grau de acabamento da carcaça e a sua deposição inicia-se mais cedo que o das costelas (YOKOO et al., 2008).

As características de acabamento de carcaça, espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura na garupa (EGP8), são fundamentais na industrialização da carne, uma vez que têm função de isolamento térmico durante o processo de resfriamento da carcaça. Essas contribuem para que o resfriamento ocorra de forma lenta e gradual, evitando encurtamento das fibras causado pelo endurecimento da carne ocorrido devido aos efeitos de desidratação e, conseqüentemente, a diminuição do peso dos cortes e na qualidade da carne (YOKOO et al., 2008).

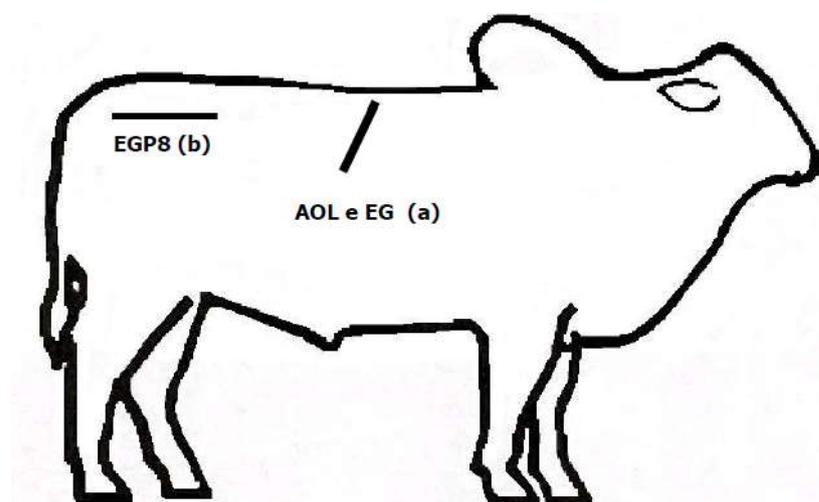


Figura 1. Representação esquemática dos locais das medidas (a e b) de área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea na costela (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), medidos por ultrassonografia de carcaça em bovinos de corte. Fonte: Adaptado de Aval Serviços Tecnológicos (2018).

Em rebanhos de bovinos de corte da raça Nelore, foram obtidas estimativas de herdabilidade para AOL por Yokoo et al. (2008), Yokoo et al. (2009), Gordo et al. (2012) e Marques et al. (2013), iguais a 0,35; 0,37; 0,33 e 0,66, respectivamente. Os mesmos autores encontram estimativas de herdabilidade iguais a 0,52_{±0,17}; 0,55_{±0,17}; 0,24 e 0,41 para EG, respectivamente. Yokoo

et al. (2008), Yokoo et al. (2009) e Gordo et al. (2012), encontraram estimativas de herdabilidade para EGP8 de 0,44; 0,43 e 0,28, respectivamente.

De uma forma geral, as estimativas de herdabilidade para características de carcaça encontradas em rebanhos de bovinos de corte da raça Nelore foram de moderada a alta magnitude, indicando que estas características respondem satisfatoriamente ao processo de seleção e podem ser incluídas em programas de melhoramento.

3.3 Características morfológicas

A metodologia de avaliação para características morfológicas por escores visuais, proposta por Koury Filho e Albuquerque (2002) e Koury Filho et al. (2006), é realizada pela atribuição de notas para as características morfológicas de E, P e M e são utilizadas para geração de valores genéticos em programas de melhoramento. Os dados morfológicos do Programa Nelore Brasil da ANCP, são colhidos de acordo com o protocolo do Sistema de Avaliação Morfológica (SAM), que representa um padrão de qualidade da coleta de dados de E, P e M (Figura 2), e apenas técnicos credenciados podem ser avaliadores. O SAM pode ser realizado à desmama e ao sobreano. À desmama, as características morfológicas são coletadas em torno dos 7 meses (210 dias) e ao sobreano em torno de 16 meses (487 dias). Nesta fase é possível avaliar a adaptação do animal ao sistema de produção pela expressão das suas características produtivas e reprodutivas.

De acordo com a metodologia SAM, fenotipicamente são atribuídas notas de 1 a 6 para as características morfológicas, relativos aos grupos de manejo avaliados. Os grupos de manejo devem ser formados por animais do mesmo sexo, com intervalo de idade de no máximo 60 dias e estarem no mesmo manejo alimentar. Os animais devem ser avaliados no mesmo campo de visão, em grupos de 2 ou 3 animais. Os trabalhos devem ser iniciados, preferencialmente, pelas fêmeas mais jovens, seguindo para as mais velhas. Terminados os lotes de fêmeas, iniciam-se as avaliações dos grupos de machos, seguindo a mesma lógica, dos mais novos para os mais velhos.

A distribuição dos escores para cada característica morfológica deve ser simétrica e para auxiliar na correta distribuição para E, P e M ao sobreano, é

utilizada a característica P450. Anteriormente à avaliação morfológica é realizada a pesagem dos animais de um grupo de manejo, calculada a média e a diferença de P450 de cada animal em relação à média. Dessa forma, para os animais mais leves do lote, aqueles que menos expressam as características morfológicas, conceitualmente, são conferidos escores 1 e 2 a pelo menos uma característica, escores 3 e 4 para os animais intermediários e 5 e 6 para os indivíduos que mais se destacam para morfologia e P450.

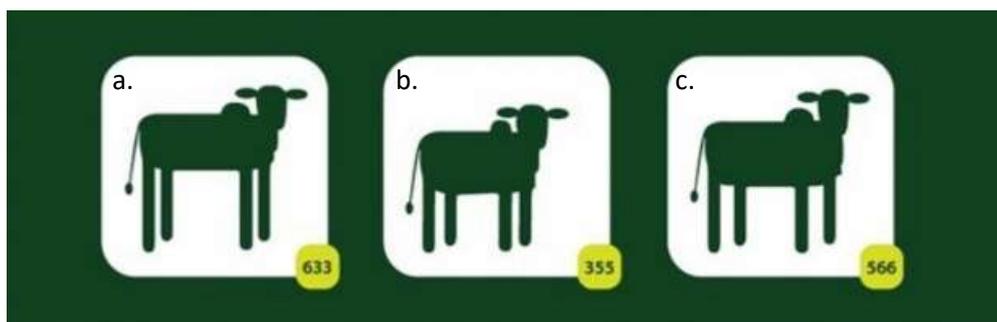


Figura 2. Representação esquemática de animais da raça Nelore e os escores visuais das características de estrutura corporal (E) iguais a 6 (a), 3 (b) e 5 (c), precocidade (P) iguais a 3 (a), 5 (b) e 6 (c) e musculosidade (M) iguais a 3 (a), 5 (b) e 6 (c), analisadas pelo sistema de avaliação morfológica (SAM). Fonte: Adaptado de BrasilcomZ – Zootecnia Tropical (2018).

A estrutura corporal (E) prediz visualmente a área que o animal abrange visto de lado, olhando-se basicamente para o comprimento e altura. Escores maiores são atribuídos aos animais de maior porte e comprimento corporal (Figura 3). A precocidade (P) é avaliada pela relação entre a profundidade de costelas e comprimento dos membros. Quanto maior é a profundidade de costelas do animal, maior será sua nota para P (Figura 4). A musculosidade (M) é verificada pelo arqueamento de costelas, volume e comprimento dos músculos. Maiores notas para M são atribuídas aos animais que apresentam maior distribuição, volume e comprimento das massas musculares (Figura 5).



Figura 3. Representação da área (retângulo vermelho) que se deve avaliar no animal para atribuir nota a característica de estrutura corporal (E). Fonte: BrasilcomZ – Zootecnia Tropical (2018).

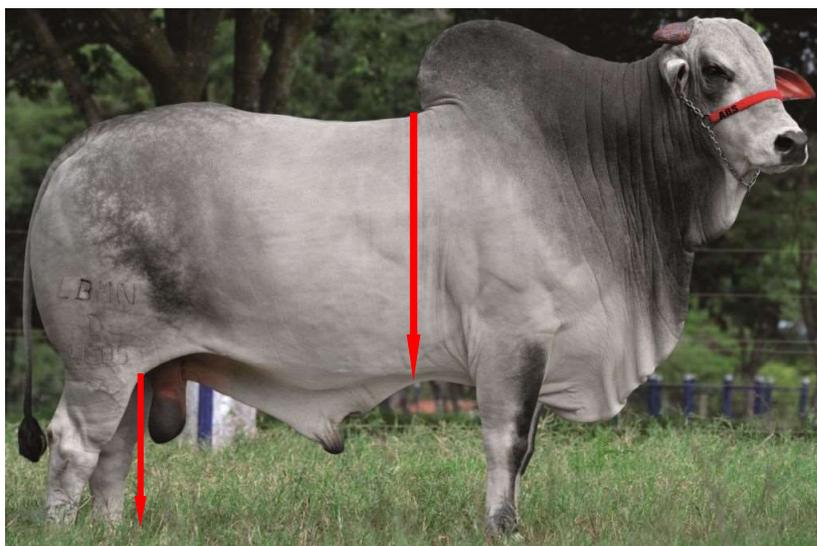


Figura 4. Representação da relação entre profundidade de costelas e comprimento dos membros (setas vermelhas) que se deve avaliar no animal para atribuir nota a característica de precocidade (P). Fonte: BrasilcomZ – Zootecnia Tropical (2018).

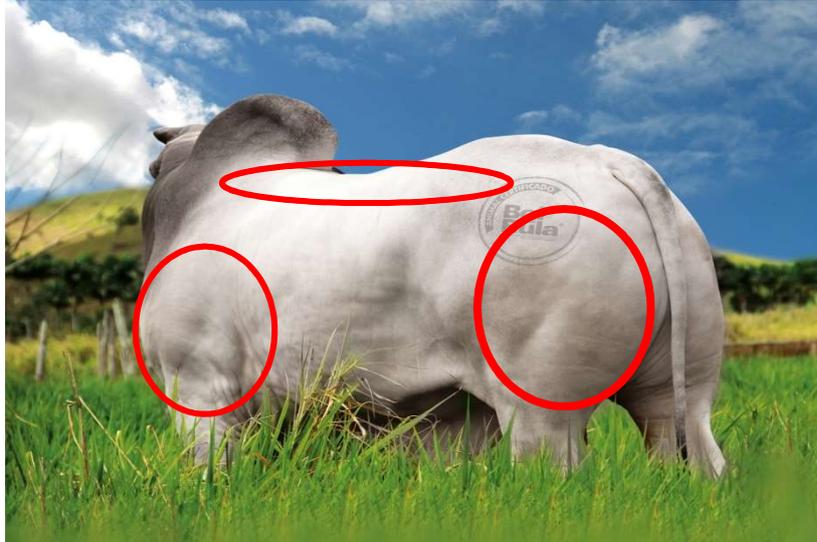


Figura 5. Representação da distribuição de massas musculares (elipses vermelhas) que se deve avaliar no animal para atribuir nota a característica de musculabilidade (P). Fonte: BrasilcomZ – Zootecnia Tropical (2018).

As características morfológicas devem ser interpretadas em conjunto para a visualização do biotipo animal. Segundo Koury Filho et al. (2015), animais com valores altos para E e baixos para P e M indicam biotipo exigente, de tamanho elevado, pouca profundidade de costelas e pouca musculatura, tendendo a ser tardios (Figura 6). Escores visuais baixos para E e altos para P e M, indicam animais compactos, muito profundos e musculosos, que tendem a serem mais precoces em terminação e que coincidem com aqueles que deverão apresentar maior precocidade sexual e adaptabilidade a sistemas de produção a pasto (Figura 7).

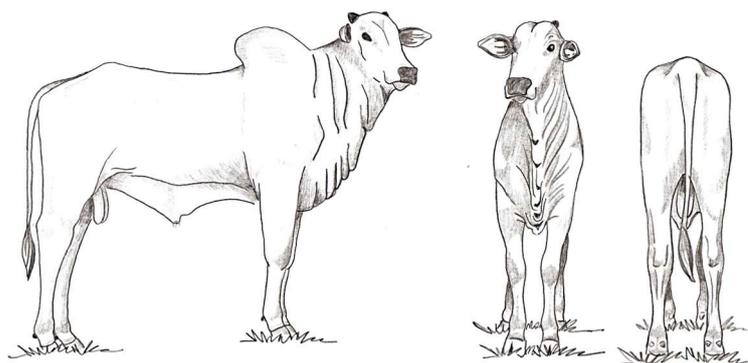


Figura 6. Representação esquemática de um macho da raça Nelore de biotipo exigente com escores iguais a 5 para estrutura corporal, 2 para precocidade e 2 para musculabilidade (KOURY FILHO, 2015).

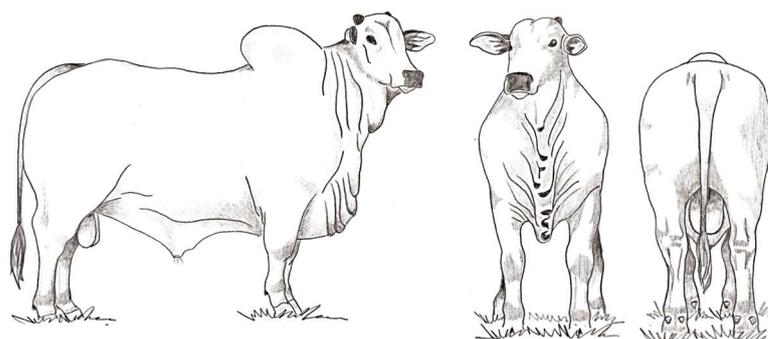


Figura 7. Representação esquemática de um macho da raça Nelore de biotipo precoce com escores iguais a 5 para estrutura corporal, 6 para precocidade e 6 para musculabilidade (KOURY FILHO, 2015).

As características avaliadas pelo SAM possuem herdabilidades, estimadas em populações zebuínas da raça Nelore, de moderadas a altas magnitudes, variando de 0,24 a 0,42 para E, 0,38 a 0,65 para P e 0,32 a 0,49 para M (YOOKO et al., 2009, FARIA et al., 2009; FARIA et al., 2010; KOURY FILHO et al., 2009; DUITAMA et al., 2015; PATERNO et al., 2016; PATERNO et al. 2017). Marques et al. (2013), obtiveram estimativas de herdabilidade de alta magnitude, iguais a 0,71; 0,72 e 0,79, para E, P e M, respectivamente, em bovinos da raça Nelore de provas de ganho em peso em regime de

confinamento. Estas estimativas de herdabilidade foram superiores às demais devido ao pequeno tamanho da população avaliada e à menor variação ambiental proporcionada pelo regime de confinamento. Baseado nos resultados encontrados na literatura, as avaliações morfológicas por escores de E, P e M, respondem à seleção, por apresentarem estimativas de herdabilidade de moderada a alta magnitude, e podem ser utilizadas em programas de melhoramento genético para auxiliar na seleção por composição de peso e biotipo funcional.

Os escores visuais de E, P e M possuem correlações genéticas positivas e de moderada magnitude, assim, a utilização de apenas uma característica visual como critério de seleção pode promover mudanças nas demais no mesmo sentido, principalmente entre as características de P e M, por apresentarem maiores correlações genéticas (KOURY FILHO et al., 2009; YOKOO et al., 2009; FARIA et al., 2010; GORDO et al., 2012; PATERNO et al. 2016; PATERNO et al., 2017).

Segundo Koury Filho et al. (2009), a seleção para os escores visuais, deve promover aumento no peso ao sobreano dos animais, pois possui correlações genéticas positivas e de moderada a alta magnitude com P (0,42), M (0,50) e, principalmente com E (0,83). Gordo et al. (2012) e Paterno et al. (2017), também estimaram correlações genéticas positivas, de moderada a alta magnitudes entre peso ao sobreano e E P e M (0,91 e 0,89; 0,41 e 0,73; 0,55 e 0,77, respectivamente).

De acordo com Yokoo et al. (2009), a seleção para escores visuais de P e M deverá promover mudanças genéticas, no mesmo sentido para EG (0,40 e 0,38, respectivamente) e EGP8 (0,42 e 0,41), pois apresentam correlações genéticas positivas e de alta magnitude. A seleção direta para E não deve promover mudanças significativas para EG e EGP8, uma vez que as correlações genéticas observadas são praticamente nulas (-0,02 e -0,05, respectivamente), mas causará mudanças para AOL, uma vez que a correlação genética estimada entre essas características é positiva e de alta magnitude (0,54). As características de P e M apresentam correlações genéticas positivas e de alta magnitude com AOL. Assim, a seleção para os escores visuais de P e M poderão promover mudanças em AOL sem alterar a E dos animais.

Paterno et al. (2017) estimaram correlações genéticas entre escores visuais ao sobreano e características reprodutivas em bovinos da raça Nelore. As correlações genéticas de E com IPP e PPP foram próximas à zero (-0,06 e 0,06, respectivamente), já com STAY, a estimativa de correlação genética foi positiva e de moderada magnitude (0,18). A correlação genética estimada entre a característica IPP e os escores visuais de P e M foram negativas favoráveis e de alta magnitude (-0,47 e -0,37, respectivamente), indicando que a seleção direta para P e M promoverá a seleção indireta para fêmeas com menor IPP. Para a característica PPP, as correlações entre P e M foram positivas, favoráveis e de alta magnitude (0,52 e 0,44, respectivamente) e, assim, selecionar para P e M poderá aumentar, indiretamente, a PPP das fêmeas do rebanho. Da mesma forma, a seleção direta para P e M poderá ocasionar em ganhos para a característica STAY, pois apresentaram correlações genéticas positivas, favoráveis e de moderada magnitude (0,24 e 0,26, respectivamente).

3.4 Características reprodutivas

A idade ao primeiro parto marca o início do processo produtivo de uma fêmea no rebanho e, segundo Tanaka et al. (2012), quanto mais jovem a novilha tenha o primeiro parto, mais rápido o retorno do investimento feito pelo pecuarista na criação e manutenção desse animal até a idade reprodutiva.

Teixeira et al. (2002) compararam aspectos bioeconômicos entre três diferentes sistemas de produção em bovinos da raça Nelore, expondo novilhas aos 15, 18 e 27 meses de idade, em um rebanho a pasto. Os autores verificaram que sob essas circunstâncias é possível incrementar a receita bruta da atividade mediante a antecipação do primeiro parto, intensificando o processo produtivo. Também foi observado que a partir de determinados níveis, os aumentos de fertilidade não acarretaram em grandes alterações nos níveis de desfrute.

Segundo Boligon e Albuquerque (2010), quando se consideram as características medidas em fêmeas, a IPP é a mais utilizada para avaliar a fertilidade, pois é observada relativamente cedo, pode ser facilmente obtida e é expressa em grande parte das fêmeas colocadas em reprodução. Entretanto, selecionar diretamente as fêmeas quanto à menor idade ao primeiro parto não é simples, pois as características reprodutivas geralmente têm baixa

herdabilidade. Estudando animais da raça Nelore, por meio do método de máxima verossimilhança restrita, Boligon et al. (2008) e Guimarães et al. (2016), verificaram estimativas de herdabilidade iguais a 0,14 e 0,10, respectivamente. Utilizando metodologia bayesiana, Boligon e Albuquerque (2010), Eler et al. (2014) e Paterno et al. (2017), obtiveram médias das estimativas a posteriori de herdabilidade para IPP em animais Nelore iguais 0,16; 0,18 e 0,13, respectivamente.

Os resultados dos estudos indicam que, embora exista variação genética para IPP, a herdabilidade é de baixa magnitude e a característica responderá lentamente ao processo de seleção, em consequência da influência do ambiente. Na prática, a idade ao primeiro parto é influenciada pelo manejo reprodutivo e nutricional realizado pelos criadores que, normalmente determinam uma idade ou peso mínimo para que as fêmeas iniciem a vida reprodutiva, atrasando a exposição de novilhas à reprodução, o que pode dificultar a expressão do potencial genético de alguns animais para precocidade sexual (BERGMANN, 1998).

Dentre as características indicadoras de fertilidade e precocidade sexual, a mais amplamente empregada nos programas de melhoramento é o perímetro escrotal (BOLIGON et al., 2011). Embora a seleção para aumento do perímetro escrotal não ocasione benefício econômico direto, esse está geneticamente correlacionado com características de qualidade de sêmen (LOPES et al., 2011), com idade à puberdade em machos e fêmeas e com características ponderais (YOKOO et al., 2007; BOLIGON et al., 2011). Além disso, é uma característica de fácil mensuração e de baixo custo, o que proporciona maior utilização desta pelos criadores.

De acordo com Bergmann et al. (1999), a avaliação do PE em touros deve ser feita antes dos 24 meses de idade por ser esse o período que antecede, ou coincide, com o início da atividade reprodutiva. Os testículos crescem mais rapidamente e de forma linear próximo à puberdade. O crescimento dos testículos segue uma curva sigmoide, com fase inicial mais lenta, seguida de um pico que coincide com a puberdade. Após a maturidade sexual, o crescimento testicular está mais relacionado ao peso e ganho de peso do animal. Por isso, os programas de melhoramento de bovinos de corte, geralmente, utilizam medidas de PE em duas idades distintas. A primeira ocorre aos 365 dias de

idade, e a segunda mensuração é realizada ao sobreano, que pode variar de 450 a 550 dias de idade. A primeira medida possui maior associação com a precocidade sexual, uma vez que é feita próxima ao pico de crescimento testicular, que se deve às ações dos hormônios sexuais. A medida realizada ao sobreano, por estar mais próxima do final da puberdade e início da fase adulta, possui menor ação dos hormônios sexuais, indicando a maturidade sexual do animal e início da fase adulta e, assim, possui maior relação com peso corporal (LIMA, 2009).

Boligon e Albuquerque (2010) estimaram herdabilidade para perímetro escrotal ao sobreano igual a 0,36, por meio de análises bayesianas bi-características. Em análises multi-características pelo método da máxima verossimilhança restrita, Boligon et al. (2011) obtiveram estimativas de herdabilidade igual a 0,41 para PE mensurado ao ano e 0,44 para PE ao sobreano. Trabalhando com bovinos da raça Nelore, mantidos em provas de ganho em peso em regime de confinamento, Marques et al. (2013) encontraram estimativa de herdabilidade para PE ao sobreano de 0,55. Também estudando animais da raça Nelore em provas de ganho em peso, mas em regime de pastagem, Duitama et al. (2015) obtiveram estimativas de herdabilidade para PE ao sobreano de 0,44. Recentemente, Kluska, et al. (2018), estudando características de eficiência reprodutiva em bovinos de corte da raça Nelore, obtiveram estimativas de herdabilidade de 0,36 perímetro escrotal ao sobreano.

Outra característica de precocidade sexual considerada em programas de melhoramento é a probabilidade de parto precoce (PPP). Segundo Dias et al. (2004), é importante que novilhas sejam expostas ao touro em idades jovens, mas esta ação requer um manejo adequado na propriedade. Short et al. (1994) destaca que, entre as principais vantagens em emprenhar as novilhas mais jovens estão: menor tempo para se obter retorno do investimento, aumento da vida reprodutiva da vaca e aumento do número de bezerros. No entanto, os autores reportaram desvantagens em acasalar animais muito jovens, tais como maior exigência nutricional, maior custo alimentar, maior incidência de partos distócicos, maiores perdas de bezerros e baixo peso ao desmame da primeira cria.

Para a característica PPP, Silva et al. (2005) estimaram herdabilidade média em animais da raça Nelore de 0,52 para fêmeas que pariram com menos

de 31 meses de idade. Para esta mesma característica e raça, Boligon e Albuquerque (2011) e Van Melis et al. (2010) estimaram herdabilidade média de 0,45 e 0,53, respectivamente. Para a probabilidade de prenhes aos 14 meses, Santana et al. (2013) estimaram herdabilidade média a posteriori de 0,50. Paterno et al. (2017) obtiveram estimativa de herdabilidade para PPP igual a 0,35, para fêmeas, que desafiadas precocemente, foram diagnosticadas prenhes, mantiveram esta gestação e pariram um bezerro vivo até 30 meses de idade. Assim, a PPP pode ser incluída nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte para a seleção para precocidade sexual, uma vez que apresenta estimativas de herdabilidade de moderada magnitude e responderá bem à seleção. No entanto, é preciso ter bom manejo e estrutura na propriedade para que essa característica seja eficientemente mensurada.

A habilidade de permanência da matriz no rebanho, ou stayability (STAY), é uma característica de grande importância na pecuária de corte, uma vez que, se uma novilha que tem seu primeiro parto tardiamente, em torno dos 48 meses de idade, retorna ao produtor apenas parte do investimento aplicado na sua criação e/ou compra, e na sua manutenção até este momento. Somente a partir da terceira cria a matriz quitará todo investimento feito nela pelo produtor. Isto se ela produzir bezerras com a qualidade exigida pelo mercado (ANCP, 2018). Assim, a inclusão desta característica em programas de melhoramento genético permitiria a seleção de reprodutores que produziriam filhas com maior probabilidade de permanecerem produtivas no rebanho por período mais longo, gerando mais lucro por mais tempo (SILVA et al., 2003). De acordo com Hudson e Van Vleck (1981), a definição para STAY considera a probabilidade de a fêmea permanecer no rebanho até determinada idade.

Trabalhando com animais da raça Nelore, Van Melis et al. (2010) estimaram herdabilidade média de 0,10, definindo a stayability como a existência ou não de fêmeas de 5 anos que pariram a cada ano no rebanho, sendo que esta oportunidade lhes foi dada. Van Melis et al. (2007) estimaram herdabilidades iguais a 0,25, 0,22 e 0,28 para a habilidade de permanência no rebanho até 5, 6 e 7 anos de idade, respectivamente, também para a raça Nelore. Paterno et al. (2017) estimaram herdabilidade igual a 0,21 para bovinos da raça Nelore, em que a definição para STAY foi a capacidade de a fêmea

permanecer até os 76 meses de idade no rebanho, parindo pelo menos três vezes.

No estudo realizado por Kluska et al. (2018) com bovinos da raça Nelore, as estimativas de herdabilidade para STAY foram iguais a 0,23 e 0,20 para 64 e 76 meses de permanência no rebanho, respectivamente. A característica STAY é medida tardiamente e apenas nas fêmeas, o que aumenta o intervalo de gerações e pode diminuir o ganho genético, além de apresentar estimativas de herdabilidade de moderada magnitude. No entanto, é um critério que deve ser incluído nos índices de seleção devido à sua importância econômica (BRUMATTI et al., 2011; TANAKA et al., 2012; BALDI et al., 2016).

4 REFERÊNCIAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Perfil da Pecuária no Brasil, Relatório anual 2018. Disponível em <<http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>>. Acesso em: 27 de julho de 2018.

ALENCAR, M. M. Critérios de seleção e a moderna pecuária bovina de corte brasileira. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2002, Campo Grande, MS. **Anais...** IV Simpósio Nacional de Melhoramento Animal. Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2002. p. 56-67.

AVAL SERVIÇOS TECNOLÓGICOS. Avaliação de Carcaça Para Programas de Melhoramento Genético. Disponível em: <<http://www.avalonline.com.br/interna.php?referencia=servicos&servico=3>>. Acesso em: 11 de julho de 2018.

BALDI, F.; FIGUEREDO, L. G.; OLIVEIRA, H. N. DE; BEZERRA, L. A. F.; FARIA, C. U.; LÔBO, R. B. Bioeconomic selection index for Nellore Brazil breeding program, In: 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUANTITATIVE GENETICS, 5., 2016, Madison. **Proceedings...** Madison: ICQG, 2016.

BERGMANN J.A.G. Indicadores de precocidade sexual em bovinos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS; 1998, Uberaba. **Anais...**Uberaba: ABCZ, 1998, p.155.

BERGMANN, J. A. G. Seleção de zebuínos para precocidade sexual. In: I SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa: SRGC, p.51-64, 1999.

BOLIGON, A.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; RORATO, P.R.N. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 596-601, 2008.

BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; MERCADANTE, M.E.Z; LOBO, R. B. Herdabilidades e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em

rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 2320-2326, 2009.

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

BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G. Genetic parameters and relationships of heifer pregnancy and age at first calving with weight gain, yearling and mature weight in Nelore cattle. **Livestock Science**, v. 141, n. 1, p. 12-26, 2011.

BOLIGON, A. A.; BALDI, F.; ALBUQUERQUE, L. G. Genetic parameters and relationships between growth traits and scrotal circumference measured at different ages in Nelore cattle. **Genetics and Molecular Biology**, v. 34, n. 2, p. 225-230, 2011.

BRASILCOMZ – ZOOTECHNIA TROPICAL. Sistema de avaliação morfológica (SAM). Disponível em: <<http://brasilcomz.com/servicos/sam/2>>. Acesso em: 11 de julho de 2018.

BRUMATTI, R. C.; FERRAZ, J. B. S.; ELER, J. P.; FORMIGONNI, I. B. Desenvolvimento de índice de seleção em gado de corte sob o enfoque de um modelo bioeconômico. **Archivos de Zootecnia**, n. 60, p. 205-213, 2011.

BUZANSKAS, M. E.; GROSSI, D. A.; BALDI, F.; BARROZO, D.; SILVA, L. O. C.; TORRES JÚNIOR, R. A. A.; MUNARI, D. P.; ALENCAR, M. M. Genetic associations between stayability and reproductive and growth traits in Canchim beef cattle. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 132, n. 1-3, p. 107-112, 2010.

CNA Brasil – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Disponível em: <<<http://www.cnabrazil.org.br/noticias/brasil-pode-se-tornar-o-maior-produtor-de-carne-bovina-do-mundo>>>. Acesso em: 01/04/2017.

DIAS, L. T.; FARO, L. EL; ALBUQUERQUE, L. G. 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**, Viçosa, v. 56, n. 3, p. 370-373, 2004.

DUITAMA, L. O., FONSECA, R., BERTIPAGLIA, T., MACHADO, C.H., SOARES FILHO, C.V. Estimação 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.

ELER, J. P.; BIGNARDI, A. B.; FERRAZ, J. B. S., J. R, M. L. S. Theriogenology Genetic relationships among traits related to reproduction and growth of Nelore females. **Theriogenology**, p. 708–714., 2014.

FARIA, C.U.; KOURY FILHO, W.; MAGNABOSCO, C. U.; ALBUQUERQUE, L. G.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B. Bayesian inference in genetic parameter estimation of visual scores in Nelore beef-cattle. **Genetics and Molecular Biology**, 32, 4, 753-760, 2009.

FARIA, C.U.; PIRES, B. C.; VOZZI, A. P.; MAGNABOSCO, C. U.; KOURY FILHO, W; OLIVEIRA, H. N.; LÔBO, R. B. Genetic correlations between categorical morphological traits in Nelore cattle by applying Bayesian analysis under a threshold animal model. **Journal of Animal Breeding and Genetics**. 127, 377–384, 2010.

FARIA, C. U.; TERRA, J. P.; YOKOO, M. J. I.; MAGNABOSCO, C. U.; ALBUQUERQUE, L. G.; LÔBO, R. B. Interação genótipo-ambiente na análise genética do peso ao desmame de bovinos Nelore sob enfoque bayesiano. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 213-218, 2011.

GORDO, D. G. M.; BALDI, F.; LÔBO, R. B.; KOURY FILHO, W; 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**, Champaign, v. 90, p. 4223-4229, 2009.

HORIMOTO, A. R. V. R.; FERRAZ J. B., BALIEIRO J. C.; ELER J. P. Estimation of genetic parameters for a new model for defining body structure scores (frame scores) in Nelore cattle. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 5, n. 4, p. 828-836, 2006.

HUDSON, G. F. S.; VAN VLECK, L. D. Relations between production and stayability in Holstein cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 64, n. 11, p. 2246–2250, 1981.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatística de Produção Pecuária em 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em 14 dez 2015.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L.G.; Proposta de metodologia para coleta de dados de escores visuais para programas de melhoramento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 5., Uberaba, 2002. **Anais...** Uberaba, 2002, p. 264-266.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L. G.; ALENCAR, M. M.; FORNI, S.; CHIQUITELLI NETO, M. Genetic parameter estimates of visual score traits and their relationship with growing traits in Brazilian Nelore cattle. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8., 2006, Belo Horizonte. **Proceedings...** Belo Horizonte: Instituto Prociência, 2006. 1 CD-ROM.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L. G.; ALENCAR, M. M.; FORNI, S.; SILVA, J. A. 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.

KOURY FILHO, W.; TRAMONTE, N. C.; BITTENCOUT, A.; ALVES, F. C. P. Avaliação Visual – EPMURAS descritivo. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, 2015.

LIMA, F.P.C. **Puberdade em tourinhos da raça Nelore avaliada pelo perímetro escrotal, características seminais e endócrinas**. 2009. 65p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, 2009.

LOPES D. T.; VIU MAO; MAGNABOSCO C. U.; FARIA C. U.; FERRAZ H.T.; TROVO J. B. F.; TERRA J. P.; PIRES, B. C. Estimativas de parâmetros genéticos de características andrológicas de touros jovens da raça Nelore por meio da inferência bayesiana. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 1, p. 72-83, 2011.

MARQUES, E. G.; MAGNABOSCO, C. U.; LOPES, F. B.; SILVA, M. C. Estimativas de parâmetros genéticos de características de crescimento, carcaça

e perímetro escrotal de animais da raça Nelore avaliados em provas de ganho em peso em confinamento. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 159-167, 2013.

MENEZES, L. M.; BRAUNER, C. C.; PAPPEN, F. G.; MACHADO, J. P. M.; MORAES, J. C. F.; PIMENTEL, M. A. Efeito do frame e da altura de garupa sobre o desempenho reprodutivo de novilhas Braford. **Veterinária em Foco**, v. 6, n. 2, 2009.

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**, 155, 679-687, 2016.

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 Production**, 49, 467–473, 2017.

PATTERSON, H. D.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when blocks sizes are unequal. **Biometrika**, v.58, p.545-554, 1971.

PEREIRA, E., ELER, J. P., FERRAZ, J. B. S. Análise genética de algumas características reprodutivas e suas relações com o desempenho ponderal na raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.6, p.720-7, 2001.

PIRES, B. C.; THOLON, P.; BUZANSKAS, M. E.; SBARDELLA, A. P.; ROSA, J. O.; CAMPOS DA SILVA, L. O.; TORRES, R. A. D. A.; MUNARI, D. P.; MELLO DE ALENCAR, M. Genetic analyses on bodyweight, reproductive, and carcass traits in composite beef cattle. **Animal Production Science**. v. 57, p. 415–421, 2017.

POURRAIN, A. Tamaño, estructura corporal en vacunos o "frame" Sitio Argentino de Producción Animal. Disponível em: <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/frame%20score/10-frame.pdf>. Acesso em 20 de setembro de 2018.

QUEIROZ, S. A.; OLIVEIRA, J. A. de; COSTA, G. Z.; FRIES, L. A. Efeitos ambientais e genéticos sobre escores visuais e ganho em peso ao sobreano de bovinos Brangus. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 62, n. 237, p. 111-121, 2013.

SANTANA J. R., M. L.; ELER, J. P.; CUCCO, D. C.; BIGNARDIA, 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, n. 1–3, 2013.

SHORT, R. E.; STAIGMILLER, R. B.; BELLOWS, R. A.; GREER, R. C. Breeding heifers at one year of age: biological and economic considerations. In: FIELDS, M.J.; SAND, R.S. (Eds.) Factors Affecting calf crop. Boca Raton: CRC Press, p.55-68, 1994.

SILVA, J. A. II V.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; GOLDEN, B. L.; OLIVEIRA, H.N. Heritability estimate for stayability in Nelore cows. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 97-101, 2003.

SILVA, J.A.II V.; DIAS, L. T.; ALBUQUERQUE, L. G. Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, 2005.

TANAKA, A. L. R.; NEVES, H. H. R.; OLIVEIRA, J. A.; CARVALHEIRO, R., QUEIROZ, S. A. Índice de seleção bioeconômico para fêmeas de corte da raça Nelore. **Archivos de Zootecnia**. v.61, n.236, p.537-548, 2012.

TRENKLE, A. AND WILHAM, R. L. Beef production efficiency. **Science** p. 198:1009, 1977.

VAN MELIS, M. H.; ELER, J. P.; OLIVEIRA, H. N.; ROSA, G. J. M.; SILVA, J. A. II V.; FERRAZ, J. B. S.; PEREIRA, E. Study of stayability in Nelore cows using a threshold model. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 7, p. 1780–1786, 2007.

VAN MELIS, M. H.; ELER, J. P.; ROSA, G. J. M.; FERRAZ, J. B. S.; FIGUEIREDO L. G. G.; MATTOS, E. C.; OLIVEIRA, H. N. Additive genetic relationships between scrotal circumference, heifer pregnancy and stayability in

Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 12, p. 3809–3813, 2010.

VARGAS, C. A.; OLSON T. A.; CHASE JR. C. C.; HAMMOND, A. C.; ELZO, M. A. Influence of frame size and body condition score on performance of Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 3140-3149, 1999.

VARGAS, G.; BUZANSKAS, M. E.; TRAMONTE, N. C.; ALENCAR, M. M.; MUNARI, D. P. Genetic parameter estimation for pre- and post-weaning traits in Brahman cattle in Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, Dordrecht, v. 46, p. 1271-1278, 2014.

YOKOO, M. J. I.; ALBUQUERQUE, L. G.; LÔBO, R. B.; SAINZ, R. D.; JUNIOR, J. M. C.; BEZERRA, L. A. F.; ARAUJO, F. R. C. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1761-1768, 2007.

YOKOO, M.J.; ALBUQUERQUE, L.G.; LOBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; ARAUJO, F.R.C.; SILVA, J.A.V.; SAINZ, R.D. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livestock Science**, v.117, p.147-154, 2008.

YOKOO, M.J.; WERNECK, J.N.; PEREIRA, M.C.; ALBUQUERQUE, L.G.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R.D.; LOBO, 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, p.197-202, 2009.

YOKOO M. J., LÔBO R. B., ARAUJO F. R. C., BEZERRA L. A. F., SAINZ R. D., ALBUQUERQUE L. G. Genetic associations between carcass traits measured by realtime ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**. v. 88, n. 1, p. 52–8, 2010.

RELAÇÕES GENÉTICAS ENTRE ÍNDICES DE BIOTIPO ANIMAL E CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA EM BOVINOS NELORE

RESUMO – O objetivo do presente estudo foi reunir as características morfológicas de estrutura (ES), precocidade (PS) e musculosidade (MS) ao sobreano em características únicas indicadoras de biotipo animal, estimar seus parâmetros genéticos e para características de importância econômica como peso ajustado aos 450 dias de idade (P450), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea na costela (EG), espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), ES, PS, MS, perímetro escrotal ajustado aos 365 (PE365) e 450 (PE450) dias de idade, idade ao primeiro parto (IPP), probabilidade de parto precoce (PPP) e stayability(STAY), a fim de verificar a possibilidade da utilização das características indicadoras biotipo em programas de melhoramento genético de bovinos de corte da raça Nelore. Os dados analisados foram fornecidos pela Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP). O modelo utilizado para a estimativa de parâmetros genéticos incluiu o efeito aleatório genético aditivo direto e o efeito fixo de grupo de contemporâneos. Para as análises foi utilizada a metodologia ssGBLUP. Métodos multivariados foram empregados para análises de componentes principais pelo procedimento PROC PRINCOMP do software SAS. Foram utilizados dados de ES, PS, MS e P450. O primeiro e o segundo componentes da análise explicaram 82,08% da variabilidade dos dados de e foram utilizados como autovalores para obtenção dos índices de biotipo animal PCA1 e PCA2. A característica SAM foi formada pela combinação dos escores de ES, PS e MS, penalizando ou bonificando os animais tardios, ou precoces, respectivamente. Os índices de biotipo animal apresentaram alta variabilidade genética, com estimativas de herdabilidade de moderada a alta magnitude, iguais a 0,42, 0,40 e 0,39, para PCA1, PCA2 e SAM respectivamente, indicando rápida resposta à seleção direta e, podem ser recomendados como critérios de seleção em substituição à seleção praticada por meio dos escores visuais de E, P e M. As correlações genéticas entre as características indicadoras de biotipo e as de importância econômica indicam que a seleção direta para biotipo poderá contribuir para o aumento da produtividade e eficiência econômica. A característica indicadora de biotipo que apresentou correlações genéticas mais satisfatórias entre as de importância econômica foi a SAM. Assim, a seleção direta para esta poderá contribuir para a obtenção de ganhos em precocidade sexual e de terminação e desempenho ponderal, mantendo a estrutura corporal dos animais.

Palavras-chave: componentes principais, correlação genética, escores visuais, herdabilidade

GENETIC RELATIONSHIPS BETWEEN ANIMAL BIOTYPE INDEX AND ECONOMY IMPORTANCE TRAITS IN NELORE BEEF CATTLE

ABSTRACT: The aim of this study was to gather the morphological characteristics after yearling of body structure (BS), finishing precocity (FP) and muscling (MS) in unique traits indicative of animal biotype and estimate its genetic parameters and for the characteristics of economic importance of body weight at 450 days of age (W450), ribeye area (REA), backfat thickness (BF), rump fat thickness (RF), BS, FP, MS, scrotal circumference at 365 (SC365) and 450 (SC450) days of age, age at first calving (AFC), heifer pregnancy (HP) and stayability (STAY) in order to verify the possibility of using the animal biotype indicator characteristics in breeding programs for Nelore beef cattle. The data analyzed were provided by the National Association of Breeders and Researchers (ANCP). The model used for the estimation of genetic parameters included the additive genetic direct random effect and the fixed group effect of contemporaries. For the analyzes, the ssGBLUP methodology was used. Multivariate methods were used for principal component analyzes by the PROC PROCOMP procedure of the SAS software. Data from BS, FP, MS and W450 were used. The first and second components of the analysis explained 82.08% of the variability of the data and were used as eigenvalues to obtain the indices of animal biotype PCA1 and PCA2. The SAM characteristic was formed by the combination of BS, FP and MS scores, penalizing or subsidizing late or early animals, respectively. The animal biotype indexes presented high genetic variability, with heritability estimates of moderate to high magnitude, equal to 0.42, 0.40 and 0.39 for PCA1, PCA2 and SAM respectively, indicating a rapid response to direct selection and, can be recommended as selection criteria in place of the selection practiced through the visual scores of ES, PS and MS. The genetic correlations between the biotype and economic indicators indicate that direct selection for biotype may contribute to the increase productivity and economic efficiency. The biotype indicating trait that presented more satisfactory genetic correlations among those of economic importance was SAM. Thus, the direct selection for this can contribute to the achievement of gains in sexual precocity and of termination and ponderal performance, maintaining the body structure of the animals.

Keywords: genetic correlation, heritability, principal components, visual scores

CAPÍTULO 2 – RELAÇÕES GENÉTICAS ENTRE ÍNDICES DE BIOTIPO ANIMAL E CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA EM BOVINOS NELORE

1 INTRODUÇÃO

No cenário atual da bovinocultura de corte no país, intensificar os métodos de melhoramento genético em ambiente tropical, pela seleção de animais precoces sexualmente e em terminação, que produzam mais arrobas de carne de qualidade, em um menor intervalo de tempo e com menor custo possível, pode ser uma alternativa eficiente para o aumento da produtividade e eficiência econômica (KOURY FILHO et al., 2015).

Para selecionar animais pesados ao abate, com adequado rendimento e acabamento de carcaça, sem perder a eficiência reprodutiva em rebanhos de cria, é preciso que os animais estejam adaptados ao sistema de produção praticado. As avaliações de escores visuais e de ultrassonografia de carcaça podem ser ferramentas eficientes na seleção de animais, precoces em terminação e sexualmente, com boa qualidade e rendimento de carcaça (YOKOO et al., 2009). Ressaltando que, enquanto os escores visuais avaliam o biotipo do animal, o ultrassom mede pontualmente áreas indicadoras de qualidade de carcaça.

As características morfológicas de estrutura corporal (E), precocidade (P) e musculosidade (M) são obtidas de acordo com o sistema de avaliação morfológica (SAM), ao desmame e/ou ao sobreano, e os dados são utilizados nas estimativas de valores genéticos em programas de melhoramento. Segundo Paterno et al. (2016), as correlações genéticas e fenotípicas entre as medidas ao desmame e ao sobreano são de alta magnitude e, os escores visuais ao sobreano apresentam maiores estimativas de herdabilidade. Seguindo a metodologia SAM, a interpretação conjunta das características de E, P e M pode ser a forma mais eficiente em definir o biotipo do animal e, conseqüentemente, permitir a seleção para o biotipo mais adaptado ao sistema de produção de carne.

Segundo Bavera (2009), o biotipo é um conjunto de características fenotípicas, produtivas e reprodutivas, comuns a um grupo de indivíduos que os

tornam aptos a um determinado sistema de produção. Na seleção de bovinos de corte, busca-se estabelecer biotipos adaptados às diversas condições de criação existentes, de forma a expressarem o seu potencial genético de acordo com a variação em seus tipos morfológicos e padrões de desenvolvimento corporal. Animais que apresentam maiores exigências de manutenção quando criados a pasto apresentam menor eficiência de produção e maior tempo para atingir deposição de gordura ideal para o abate quando comparado com animais que apresentam menores exigências de manutenção (MOTA et al., 2014).

De acordo com Di Marco (2004), em ambientes com baixa disponibilidade de nutrientes, os animais de maior facilidade de terminação são os de menor tamanho estrutural. Nos ambientes com alimentação de alta concentração energética os animais de maior tamanho ganham mais peso, são mais eficientes para converter alimento em carne. Trabalhando com bovinos de corte da raça Nelore, Koury Filho et al. (2009) estimaram correlações genéticas positivas e de moderada a alta magnitude (0,57) entre E e altura de posterior (ALT) e negativas de moderada magnitude entre ALT e P (-0,29) e M (-0,33), indicando que a seleção de animais mais altos poderá conduzir a animais mais tardios em desenvolvimento de massas musculares e menos precoces em terminação.

Segundo Koury Filho et al. (2015), animais que apresentam escores altos para E e baixos para P e M, são de maior porte, pouca profundidade de costelas e pobres em musculatura, caracterizando biotipo de maior exigência nutricional, que tendem a serem tardios sexualmente e na terminação, em ambientes com pouca disponibilidade de nutrientes. Contudo são animais que podem ser utilizados para dar porte a rebanhos muito compactos. Escores visuais baixos para E e altos para P e M, indicam animais de menor tamanho, com costelas profundas e musculosos, estes tendem a serem mais precoces em terminação e que coincidem com aqueles que deverão apresentar maior precocidade sexual e adaptabilidade a sistemas de produção a pasto. Os animais que apresentam notas iguais para E e P podem ser caracterizados como de biotipo equilibrado, em que as notas de musculatura irão definir se ele é um animal equilibrado bom de musculo, ou fraco para esta característica.

Para auxiliar na interpretação e otimizar a utilização das características morfológicas em programas de melhoramento genético, uma alternativa eficiente pode ser reunir os escores visuais em índices que possam indicar modelos de

biotipo animal. Esse procedimento pode ser realizado por meio de combinações das notas de E, P e M, ou por meio de análises de componentes principais, um dos métodos multivariados com objetivo de tomar p variáveis e encontrar uma combinação linear para produzir índices que sejam não correlacionados na ordem de sua importância, e que descreva a variação nos dados (MANLY, 2008).

O objetivo do presente estudo foi reunir os escores visuais de estrutura, precocidade e musculosidade ao sobreano em características únicas indicadoras de biotipo animal, e estimar seus os parâmetros genéticos e características de importância econômica como peso ajustado aos 450 dias de idade, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea na costela, espessura de gordura subcutânea na garupa, estrutura ao sobreano, precocidade ao sobreano, musculosidade ao sobreano, perímetro escrotal ajustado aos 365 e 450 dias de idade, idade ao primeiro parto, probabilidade de parto precoce e stayability, afim de verificar a possibilidade da utilização das características indicadoras biotipo animal em programas de melhoramento genético de bovinos de corte em bovinos da raça Nelore.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Estrutura e edição do arquivo de dados

Os dados analisados no presente estudo foram fornecidos pela Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP). As informações são provenientes de 281 fazendas localizados em todas as regiões do Brasil, os quais participam do programa de melhoramento animal Nelore Brasil. Os animais foram mantidos em sistema de regime de pastagens e o desmame ocorreu em torno de seis a oito meses de idade.

A matriz de parentesco foi composta por 80.114 animais, sendo 5.549 touros e 51.385 vacas com informação fenotípica. Um total de 14.625 animais foram genotipados com um painel de baixa densidade (*Clarifide* Nelore ZL5 – 29.004 marcadores). Marcadores com *call rate* inferior a 90%, frequências do alelo menor (MAF) inferiores a 0,05, marcadores com posição redundante e localizados em cromossomos não autossômicos foram removidos. Após o controle de qualidade, permaneceram 17.206 SNP e 14.625 animais com informação de genótipo na análise.

Foram analisadas as características de peso ajustado aos 450 dias de idade (P450), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea na costela (EG), espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), obtidas por ultrassonografia de carcaça, escores visuais de estrutura corporal, precocidade e musculabilidade ao sobreano (ES, PS e MS, respectivamente), obtidas pela metodologia SAM, perímetros escrotais ajustados aos 365 e 450 dias (PE365, PE450), idade ao primeiro parto (IPP), probabilidade de parto precoce (PPP) e *stayability* (STAY) e, além das características indicadoras de biotipo desenvolvidas neste trabalho: componente principal 1 (PCA1), componente principal 2 (PCA2) e combinação de escores visuais de E, P e M (SAM).

Para PPP as fêmeas que tiveram prenhes confirmada e pariram pela primeira vez até os 30 meses seu fenótipo foi categorizado como indicativo de sucesso (2), fêmeas que não apresentaram parição até esta idade, como fracasso (1), e fêmeas que não atingiram esta idade e não confirmaram prenhes, como informação perdida. Para a característica *stayability*, as fêmeas que

apresentaram no mínimo três partos até os 76 meses tiveram o fenótipo categorizado como sucesso, descrito pelo número 2, animais que não alcançaram três partos até esta idade, fenótipo descrito por 1.

Os grupos de contemporâneos (GC) foram definidos de acordo com cada característica. Para P450, AOL, EG e EGP8, ES, PS e MS o GC foi formado por fazenda, ano e estação de nascimento, sexo e grupo de manejo; PE365, PE450, IPP, STAY e PPP por fazenda, ano e estação de nascimento e lote de manejo. As estações de nascimento foram definidas de acordo com o mês de nascimento dos animais. Os nascidos entre abril e setembro, pertencem à estação das secas e os nascidos entre outubro e março, à estação das águas. Medidas com valores acima ou abaixo de 3,0 desvios padrão da média do grupo de contemporâneos (GC) foram excluídos, assim como GC com menos de cinco animais. As estatísticas descritivas para as características de ultrassonografia de carcaça, crescimento, reprodutivas, morfológicas e indicadoras de biotipo estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Número de animais (N), média (Med), moda (Mod) máximo (Max), mínimo (Min), desvio-padrão (DP) e número de grupos de contemporâneos (NGC) para cada característica

Características	N	Med	Mod	Max	Min	DP	NGC
AOL	46.496	54,72	-	111,10	18,59	11,71	1.696
EG	46.204	2,89	-	19,56	0,25	1,87	1.695
EGP8	46.343	4,07	-	20,32	0,25	2,33	1.698
P450	94.174	300,53	-	622,00	124,00	53,03	3.801
PE365	49.266	21,50	-	33,10	10,40	2,42	1.932
PE450	44.337	24,87	-	37,00	14,60	3,21	1.852
IPP	56.726	34,29	-	49,00	21,00	5,87	854
PPP	23.996	1,32	-	2,00	1,00	0,46	626
STAY	42.328	1,44	-	2,00	1,00	0,50	553
ES	58.073	-	4,00	6,00	1,00	1,29	1.387
PS	58.072	-	4,00	6,00	1,00	1,30	1.387
MS	58.073	-	3,00	6,00	1,00	1,35	1.387
PCA1	45.250	118,17	-	223,90	49,07	20,32	835
PCA2	45.212	264,00	-	517,70	110,50	46,03	835
SAM	45.387	11,23	-	18,00	3,00	3,64	835

AOL: área de olho de lombo (cm²); EG: espessura de gordura subcutânea na costela (cm); EGP8: espessura de gordura subcutânea na garupa (mm); P450: peso ajustado aos 450 dias de idade (kg); PE365: perímetro escrotal ajustado aos 365 dias de idade (cm); PE450: perímetro escrotal ajustado aos 450 dias de idade (cm); IPP: idade ao primeiro parto (meses); PPP: probabilidade de parto precoce (meses); STAY: stayability; ES: estrutura corporal ao sobreano; PS: precocidade ao sobreano; MS: musculosidade ao sobreano; PCA1: componente principal 1; PCA2: componente principal 2; e SAM: combinação de escores visuais.

2.2 Estimativas de parâmetros genéticos e componentes de variância

O modelo utilizado para a estimativa de componentes de (co)variância e parâmetros genéticos incluiu o efeito aleatório genético aditivo direto e o efeito fixo de grupo de contemporâneos. Para as análises foi utilizada a metodologia do passo único genômico BLUP (ssGBLUP), que é uma modificação do modelo BLUP, em que a matriz \mathbf{A}^{-1} (parentesco tradicional) é substituída pela matriz \mathbf{H}^{-1} , que combina informações de pedigree e genótipo (AGUILAR et al., 2010), como segue:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}\mathbf{u} + \mathbf{e}$$

Em que \mathbf{y} é o vetor das variáveis dependentes, \mathbf{b} é o vetor de efeitos fixos (GC), \mathbf{u} é o vetor dos efeitos aleatórios de valor genético aditivo direto, \mathbf{X} e \mathbf{Z} são as matrizes de incidência para os efeitos em \mathbf{b} e \mathbf{u} , respectivamente, e \mathbf{e} é o vetor de efeitos residuais. Em que, a $\text{var}(\mathbf{u}) = \mathbf{H}\sigma_u^2$, em que \mathbf{H} é o numerador da matriz de parentesco obtida a partir da informação pedigree e σ_u^2 é a variância do efeito genético.

Foi utilizado um modelo animal de threshold para as características ES, PS, MS, STAY e PPP. No modelo threshold as características não apresentam distribuição normal, entretanto, estão associadas a uma escala subjacente (MRODE e THOMPSON, 2005), a qual apresenta distribuição normal, como segue:

$$\mathbf{U}|\boldsymbol{\theta} \sim N(\mathbf{W}\boldsymbol{\theta}, \mathbf{I}\sigma_e^2)$$

Em que \mathbf{U} é o vetor da escala subjacente com ordem r (r é o número de animais); $\boldsymbol{\theta}' = (\boldsymbol{\beta}', \mathbf{g}')$ é o parâmetro do vetor com ordem s , onde s é o número de efeitos no modelo; $\boldsymbol{\beta}$ é o vetor de efeitos fixos com ordem s ; \mathbf{g} é o vetor dos efeitos genéticos aditivos diretos; \mathbf{W} é a matrix de incidência de ordem r por s ; \mathbf{I} é a matriz de identidade de ordem r por r , e σ_e^2 é a variância residual. Para os

modelos binários, a variância residual é fixada como $\sigma_e^2 = 1$ (SORENSEN e GIANOLA, 2002).

Para estimar os componentes de (co)variância, herdabilidades e correlações genéticas e de ambiente para as características categóricas, as análises Bayesianas uni e bi características foram realizadas aplicando o modelo threshold usando o software THRGIBBS1F90 (MISZTAL et al., 2015). Nas análises Bayesianas, cadeias Gibbs de 500.000 iterações foram geradas com um burn-in inicial de 50.000 e um intervalo de amostragem de 100 iterações. Estimativas de (co)variâncias, herdabilidades, e as correlações foram calculadas a partir das médias das amostras geradas em cada iteração. Então, regiões de alta densidade foram construídas para todos os componentes de (co)variância e parâmetros genéticos estimados com um nível de credibilidade de 95%. A convergência dos dados foi verificada por meio do pacote de análises Bayesian Output Analysis (BOA) do software R 2.9.0 (The R Development Core Team, 2009).

Para as características P450, AOL, EG, EGP8, PE365, PE450, IPP, PCA1, PCA2 e SAM foi utilizado o modelo linear e as análises uni e bi-características foram realizadas usando o método de máxima verossimilhança restrita e os programas REMLF90 e AIREMLF90 (MISZTAL et al., 2015). Inicialmente, o software REMLF90 foi aplicado para convergir as análises, e então, as estimativas de (co)variância obtidas foram usadas como valores iniciais no programa computacional AIREMLF90. Os valores de desvios-padrão (DP) das estimativas de variância e parâmetros genéticos, foram calculadas pelo software AIREMLF90. O DP é calculado por meio de uma função de covariâncias por amostragem repetida de parâmetros estimados a partir de sua distribuição normal multivariada assintótica (MEYER e HOULE, 2013). As análises bi-características foram realizadas entre as características indicadoras de biotipo (PCA1, PCA2 e SAM) e as demais características estudadas de P450, AOL, EG, EGP8, PE465, PE450, IPP, PPP, STAY, ES, PS e MS.

2.3 Análises de componentes principais

Para propor modelos de representação de biotipo animal, foram empregados métodos multivariados para análises de componentes principais (PCA) pelo procedimento PROC PRINCOMP do software SAS (SAS®, 2004). As características utilizadas foram ES, PS, MS e P450. As correlações entre as características (Tabela 2) variaram de 0,340 (PS e P450) a 0,812 (PS e MS).

Tabela 2. Coeficientes de correlações entre as características morfológicas e de peso ajustado aos 450 dias de idade (P450) obtidas por análises de componentes principais

Características	PS	MS	ES	P450
PS	1,00	0,812	0,533	0,340
MS	0,812	1,00	0,546	0,373
ES	0,533	0,546	1,00	0,368
P450	0,340	0,373	0,369	1,00

PS: precocidade ao sobreano; MS: musculosidade ao sobreano; ES: estrutura ao sobreano.

O primeiro componente da análise (PCA1) explicou 63,10% da variação dos dados e o segundo componente (PCA2) explicou 18,98% da variação. Assim os dois componentes juntos explicaram 82,08% da variabilidade dos dados (Tabela 3) e foram utilizados como autovalores para obtenção dos índices de biotipo animal.

Tabela 3. Autovalores da matriz de correlação das análises de componentes principais

Componentes Principais	Autovalor	Diferença	Proporção	Cumulativo
PCA1	2,524	1,765	0,631	0,631
PCA2	0,760	0,230	0,190	0,821
PCA3	0,530	0,342	0,132	0,953
PCA4	0,187		0,047	1,00

PCA1: componente principal 1; PCA2: componente principal 2; PCA3: componente principal 3; PCA4: componente principal 4.

Os índices de biotipo foram calculados por meio da multiplicação dos autovalores obtidos para ES, PS, MS e P450 e os escores visuais fenotípicos, de acordo com as seguintes equações:

$$PCA1 = (ES * 0,486) + (PS * 0,553) + (MS * 0,561) + (P450 * 0,378)$$

$$PCA2 = (ES * 0,010) + (PS * (-0,335)) + (MS * (-0,284)) + (P450 * 0,898)$$

Podemos observar pelos autovalores das características que compõe o PCA1, que este está mais associado às características morfológicas de MS, PS e ES, respectivamente. Enquanto que o PCA2 é altamente associado à P450 (Tabela 4).

Tabela 4. Autovalores das características que compõe as análises de componentes principais

Características	PCA1	PCA2
PS	0,553	-0,335
MS	0,561	-0,284
ES	0,486	0,010
P450	0,378	0,898

PS: precocidade ao sobreano; MS: musculosidade ao sobreano; ES: estrutura ao sobreano; P450: peso ajustado aos 450 dias de idade; PCA1: componente principal 1; PCA2: componente principal 2.

2.4 Combinação de escores visuais – índice SAM

A combinação das pontuações de E, P e M é utilizado pela empresa BrasilcomZ – Zootecnia Tropical com o objetivo de atribuir valores ao biotipo de cada animal avaliado pela metodologia SAM pela combinação dos escores visuais de estrutura, precocidade e musculosidade ao sobreano (ES, PS e MS, respectivamente).

No presente estudo a combinação dos escores foi realizada pela somatória dos escores de ES, PS e MS, bonificando ou penalizando em 1 ou 2 pontos os animais classificados como precoces ($PS > ES$), ou tardios ($ES > PS$), respectivamente, uma vez que o objetivo de seleção pela combinação preconiza animais com maior precocidade. Quando a diferença entre ES e PS é de apenas 1 ponto, por exemplo: $ES=6$ e $PS=5$, ou $ES=5$ e $PS=6$, o animal é penalizado, ou bonificado em 1 ponto, respectivamente. No caso em que a diferença entre ES e PS for de 2 pontos, ou mais, a bonificação ou penalização é de 2 pontos. Por exemplo: $ES=4$ e $PS=6$, ou $ES=6$ e $PS=4$, o animal é bonificado, ou penalizado em 2 pontos, respectivamente.

Além disso, os animais com nota 6 para ES são penalizados em 1 ponto na somatória dos escores. Assim, a pontuação do índice varia de 3 (ES, PS e MS iguais a 1) a 18 (ES igual a 4, ou 5, PS e MS iguais a 6) pontos, sendo que animais com maiores pontuações são considerados de melhor qualidade morfológica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas de variância genética aditiva, ambiental e herdabilidade (Tabela 5) para a característica de crescimento P450 observada no presente trabalho foi de moderada a alta magnitude (0,40), indicando que sua expressão é influenciada pela ação aditiva dos genes e, conseqüentemente, poderá responder rapidamente ao processo de seleção. Tonussi et al. (2015), estudando associações genéticas e fenotípicas em bovinos participantes do programa de Nelore Brasil, encontraram estimativa de herdabilidade de 0,40 para P450, corroborando com a estimativa observada no presente estudo.

Estudando bovinos da raça Nelore mantidos em provas de ganho em peso a pasto, Duitama et al. (2015) observaram estimativa de herdabilidade para peso ao sobreano de 0,37, próxima à encontrada neste trabalho. Paterno et al. (2016) obtiveram estimativa de herdabilidade de alta magnitude (0,50) para P450. Marques et al., (2013), trabalharam com bovinos da raça Nelore em provas de ganho em peso em regime de confinamento e obtiveram estimativa de herdabilidade para peso ao sobreano de alta magnitude (0,60). Koury Filho et al. (2009) estimaram herdabilidade de modera magnitude para P450 (0,29) estudando bovinos da raça Nelore.

Para a característica AOL, foi obtida estimativa de herdabilidade de moderada magnitude (0,30) e, assim, essa poderá responder satisfatoriamente à seleção. Estimativas de herdabilidade semelhantes à obtida no presente trabalho para AOL, foram encontradas por Yokoo et al. (2008), Yokoo et al. (2009) e Gordo et al. (2012), iguais a 0,35, 0,37 e 0,33, respectivamente. Marques et al. (2013) obtiveram estimativa de herdabilidade de alta magnitude (0,66), superior a do presente estudo para AOL em bovinos da raça Nelore mantidos em confinamento.

A estimativa de herdabilidade para EG encontrada foi igual a 0,16, sendo considerada de baixa a moderada magnitude e, conseqüentemente, pode responder lentamente à seleção por ter maior influência de fatores ambientais. Estimativa de baixa herdabilidade para EG (0,24) foi encontrada por Yokoo et al. (2008). Estimativas de herdabilidade para EG de moderada a alta magnitude iguais 0,52; 0,55, 0,41 foram encontradas por Yokoo et al. (2009), Gordo et al. (2012) e Marques et al. (2013), respectivamente. Para a característica EGP8 a herdabilidade estimada foi de moderada magnitude (0,26), próxima à encontrada por Gordo et al. (2012) em bovinos da raça Nelore (0,28). Yokoo et al. (2008), e Yokoo et al. (2009), estimaram herdabilidades para EGP8 de moderada a alta magnitudes, iguais a 0,44 e 0,43, respectivamente.

As estimativas de herdabilidade para as características morfológicas de ES, PS e MS observadas no presente estudo foram de moderada a alta magnitude (0,36, 0,43 e 0,34, respectivamente), indicando que a expressão fenotípica dos escores visuais apresenta influência significativa das ações aditivas dos genes e, conseqüentemente, poderão responder satisfatoriamente ao processo de seleção. Paterno et al. (2016) e Paterno et al. (2017) estimaram

herdabilidades para ES próximas às encontradas neste estudo (0,40 e 0,37, respectivamente). Koury Filho et al. (2009) e Duitama et al. (2015) encontraram estimativas de herdabilidade para ES inferiores às do presente estudo (0,24 e 0,30, respectivamente). As estimativas de herdabilidade obtidas por Faria et al. (2009), Yokoo et al. (2009) e Marques et al. (2013) foram superiores à estimada neste trabalho (0,44; 0,42 e 0,71, respectivamente).

Trabalhando com bovinos de corte da raça Nelore, Paterno et al. (2016) e Paterno et al. (2017), observaram estimativas de herdabilidade para PS muito próximas a encontrada no presente estudo (0,44 e 0,42, respectivamente). Faria et al. (2009), Faria et al. (2010) e Duitama et al. (2013) também obtiveram estimativas de herdabilidade de moderada magnitude para PS (0,38; 0,38 e 0,37, respectivamente). Estimativas de herdabilidade para PS de alta magnitude, iguais a 0,63; 0,65 e 0,72 foram obtidas por Koury Filho et al. (2009), Yokoo et al. (2009) e Marques et al. (2013), respectivamente.

Para a característica morfológica MS, os autores Faria et al., 2009; Faria et al., 2010; Duitama, et al, 2015; Paterno et al., 2016 e Paterno, et al., 2017, estimaram valores de herdabilidade próximos a obtida no presente estudo (0,32; 0,30; 0,32; 0,39 e 0,37, respectivamente). Koury Filho et al. (2009) e Yokoo et al. (2009) obtiveram maiores estimativas de herdabilidade (0,48 e 0,49, respectivamente) à encontrada no presente trabalho. Marques et al. (2013) obtiveram estimativa de herdabilidade de alta magnitude para a característica MS (0,79).

Para a característica IPP a estimativa de herdabilidade foi de baixa magnitude (0,10). A estimativa de herdabilidade encontrada por Guimarães et al. (2016) para IPP (0,10), corroborou com o do presente trabalho. Estudando animais da raça Nelore, por meio do método de máxima verossimilhança restrita, Boligon et al. (2008), verificaram estimativa de herdabilidade igual a 0,14. Utilizando metodologia bayesiana, Boligon e Albuquerque (2010), Eler et al. (2014) e Paterno et al. (2017), obtiveram estimativas de herdabilidade para IPP em animais Nelore iguais a 0,16; 0,18 e 0,13, respectivamente.

Para PE365 e PE450 foram estimadas herdabilidades iguais a 0,40 e 0,48, respectivamente. As estimativas de herdabilidade observadas indicam que a expressão fenotípica dessas características é muito influenciada pela ação aditivas dos genes e poderão responder satisfatoriamente à seleção,

diferentemente das demais características reprodutivas. Boligon e Albuquerque (2010) estimaram herdabilidade para perímetro escrotal ao sobreano igual a 0,36, por meio de análises bayesianas. Em análises multi características pelo método da máxima verossimilhança restrita, Boligon et al. (2011) obtiveram estimativas de herdabilidade iguais a 0,41 e 0,44 para PE365 e PE450, respectivamente. Trabalhando com bovinos da raça Nelore, mantidos em provas de ganho em peso em regime de confinamento, Marques et al. (2013) encontraram estimativa de herdabilidade para PE ao sobreano de 0,55. Também estudando animais da raça Nelore em provas de ganho em peso, mas em regime de pastagem, Duitama et al. (2015) obtiveram estimativas de herdabilidade para PE ao sobreano de 0,44. Kluska, et al. (2018) obtiveram estimativas de herdabilidade de 0,36 perímetro escrotal ao sobreano.

A característica PPP apresentou estimativa de herdabilidade de moderada magnitude, igual a 0,25, indicando que a característica responderá à seleção. Em estudo com animais da raça Nelore analisados com metodologia bayesiana, Silva et al. (2005) estimaram herdabilidade média de 0,52 para fêmeas que pariram com menos de 31 meses de idade. Para esta mesma característica e raça, Boligon e Albuquerque (2011) e Van Melis et al. (2010) estimaram herdabilidade média de 0,45 e 0,53, respectivamente. Santana et al. (2013) estimaram herdabilidade média a posteriori de 0,50 para PPP. Paterno et al. (2017) obtiveram estimativa de herdabilidade para PPP igual a 0,35, para fêmeas, que desafiadas precocemente, foram diagnosticadas prenhes, mantiveram esta gestação e pariram um bezerro vivo até 30 meses de idade.

A estimativa de herdabilidade encontrada para a característica STAY foi de baixa a moderada magnitude (0,19) e, conseqüentemente, responderá lentamente à seleção. Trabalhando com animais da raça Nelore, Van Melis et al. (2010) estimaram herdabilidade baixa de 0,10, definindo a stayability como a existência ou não de fêmeas de 5 anos que pariram a cada ano no rebanho, sendo que esta oportunidade lhes foi dada. Van Melis et al. (2007) estimaram herdabilidades iguais a 0,25; 0,22 e 0,28 para a habilidade de permanência no rebanho até 5, 6 e 7 anos de idade, respectivamente, também para a raça Nelore. Paterno et al. (2017), estimaram herdabilidade igual a 0,21 para bovinos da raça Nelore, onde a definição para STAY foi a capacidade de a fêmea permanecer até os 76 meses de idade no rebanho, parindo pelo menos três

vezes. No estudo realizado por Kluska et al. (2018) com bovinos da raça Nelore, utilizando duas idades diferentes para STAY, as estimativas de herdabilidade para 64 e 76 meses de permanência no rebanho foram iguais a 0,23 e 0,20.

As características indicadoras de biotipo desenvolvidas por análises de componentes principais (PCA1 e PCA2) e a combinação de escores visuais (SAM), apresentaram estimativas de herdabilidade de moderada a alta magnitude (0,42; 0,40 e 0,39, respectivamente), indicando que apresentam variância genética aditiva suficiente para responderem satisfatoriamente ao processo de seleção e serem incluídas em programas de melhoramento genético.

Tabela 5. Estimativas de variância genética aditiva (σ_a^2), variância ambiental (σ_e^2), estimativa de herdabilidade (h^2) e seus respectivos desvios-padrão (DP) e região de credibilidade a 95%

Características	$\sigma_a^2 \pm DP$	$\sigma_e^2 \pm DP$	$h^2 \pm DP$
AOL	10,30±0,48	24,31±0,31	0,30±0,01
EG	0,16±0,01	0,81±0,01	0,16±0,01
EGP8	0,41±0,02	1,16±0,01	0,26±0,01
P450	294,42±8,38	446,56±5,68	0,40±0,01
PE365	1,27±0,06	1,85±0,04	0,40±0,02
PE450	2,62±0,11	2,80±0,07	0,48±0,02
IPP	1,84±0,15	15,97±0,15	0,10±0,01
PPP	0,33 (0,22-0,45)	1,00	0,25 (0,18-0,31)
STAY	0,23 (0,18-0,28)	1,00	0,19 (0,15-0,22)
ES	0,10 (0,06-0,15)	0,37 (0,02-1,24)	0,36 (0,05-0,66)
PS	0,11(0,06-0,18)	0,21 (0,03-0,64)	0,43 (0,16-0,66)
MS	0,34 (0,11-0,65)	1,69 (0,05-7,20)	0,34 (0,02-0,63)
PCA1	59,90±2,49	83,49±1,72	0,42±0,01
PCA2	246,91±10,69	373,06±7,45	0,40±0,01
SAM	4,83±0,20	7,61±0,14	0,39±0,01

AOL: área de olho de lombo (cm²); EG: espessura de gordura subcutânea na costela (mm); EGP8: espessura de gordura subcutânea na garupa (mm); P450: peso ajustado aos 450 dias de idade (kg); PE365: perímetro escrotal ajustado aos 365 dias de idade (cm); PE450: perímetro escrotal ajustado aos 450 dias de idade (cm); IPP: idade ao primeiro parto (meses); PPP: probabilidade de parto precoce (meses); STAY: stayability; ES: estrutura corporal ao sobreano; PS: precocidade ao sobreano; MS: musculosidade ao sobreano; PCA1 componente principal 1; PCA2: componente principal 2; e SAM: combinação de escores visuais.

As correlações genéticas (Tabela 6) entre a PCA1 e as características morfológicas de ES, PS e MS foram de alta magnitude e de mesmo sentido (0,89, 0,78 e 0,74, respectivamente), assim como a correlação genética entre PCA1 e P450 (0,98), indicando que a seleção direta para animais com maiores índices de PCA1 ocasionará na seleção indireta para maiores escores visuais e P450. O mesmo raciocínio pode ser aplicado na interpretação dos resultados das correlações genéticas entre PCA2, as características morfológicas e P450, em que os resultados foram muito próximos (0,90, 0,73, 0,68 e 0,93 para ES, PS, MS e P450, respectivamente).

Esses resultados eram esperados, uma vez que as características PCA1 e PCA2 foram formadas por análises de componentes principais entre as características morfológicas ES, PS e MS e P450. A correlação genética de alta magnitude de PCA1 e PCA2 com P450 pode ser advinda também pela utilização desta característica como auxiliar na distribuição dos escores de ES, PS e MS no momento da colheita de dados. Assim, a seleção para as características morfológicas ES, PS e MS e para P450 pode ser realizada indiretamente pela utilização das características indicadoras de biotipo como principal critério de seleção.

As correlações genéticas entre SAM e os escores de ES, PS, MS e P450 foram de alta magnitude e de mesmo sentido (0,46; 0,96 e 0,99, respectivamente). O que indica que a característica SAM possui maior correlação com PS, MS e P450 do que com ES e a seleção direta para SAM poderá acarretar na seleção indireta para animais de maior P450 e escores visuais, principalmente para as características PS e MS.

As correlações genéticas entre AOL, PCA1, PCA2 e SAM foram de moderada magnitude e de mesmo sentido (0,48; 0,47 e 0,47, respectivamente). Assim, a seleção direta para as características indicadoras de biotipo PCA1, PCA2 e SAM, poderá ocasionar na seleção indireta para AOL.

Para a característica EG, as correlações genéticas entre PCA1, PCA2 foram de moderada baixa magnitude e de mesmo sentido (0,20 e 0,18, respectivamente), indicando que a seleção para PCA1 e PCA2 não ocasionará mudanças para EG. A correlação genética entre EG e SAM foi de alta magnitude e de mesmo sentido (0,74), apontando que a seleção direta para maiores SAM poderá acarretar na seleção indireta para animais com maiores EG. As

correlações genéticas entre EGP8, PCA1 e PCA2 foram de mesmo sentido e de baixa magnitude (0,11 e 0,08, respectivamente). Para a característica SAM, a correlação genética com EGP8 foi positiva e de moderada magnitude (0,27), o que nos leva concluir que, a seleção direta para maiores valores de SAM ocasionará a seleção indireta para maiores EGP8.

As correlações genéticas entre PPP, PCA1 e PCA2, foram praticamente nulas (0,04 e 0,01, respectivamente). A mesma situação pode ser observada entre IPP, PCA1 e PCA2 (-0,01 e -0,01, respectivamente). Assim, a seleção direta para as características PCA1 e PCA2, provavelmente, não ocasionarão mudanças significativas nas características IPP e PPP. A correlação entre IPP e SAM foi de baixa a moderada magnitude baixa e sentido oposto (-0,17) e a seleção para esta não promoverá alterações em IPP. Para a característica PPP, a correlação genética entre SAM foi de moderada magnitude e de mesmo sentido (0,22), o que indica que a seleção direta para SAM poderá ocasionar na seleção indireta para PPP no mesmo sentido.

As correlações genéticas entre STAY e PCA1, PCA2 e SAM foram de mesmo sentido e de baixa a moderada magnitude (0,29, 0,28 e 0,29, respectivamente). Dessa forma, podemos concluir que a seleção direta para as características indicadoras de biotipo, podem ocasionar na seleção indireta para fêmeas mais longevas nos rebanhos de cria.

As características PCA1, PCA2 e SAM apresentaram correlações genéticas de moderada a alta magnitude e de mesmo sentido com as características PE365 (0,53; 0,53 e 0,45, respectivamente) e PE450 (0,43; 0,42 e 0,40, respectivamente). Os resultados indicam que a seleção direta para características indicadoras de biotipo poderá ocasionar na seleção indireta para PE365 e PE450, contribuindo para melhorias na precocidade sexual dos rebanhos de bovinos de corte.

As correlações genéticas entre as características de importância econômica e a SAM foram similares às obtidas entre as demais características indicadoras de biotipo estudadas, com exceção das correlações entre as características P450 e ES, que foram de menor magnitude, e das obtidas entre SAM e EG, EGP8 e PPP, que foram de maior magnitude. Os resultados sugerem que a seleção direta para SAM poderá promover melhorias para precocidade

sexual e de terminação, com ganhos para o desempenho ponderal, mantendo a estrutura corporal dos animais.

As correlações ambientais foram de alta magnitude entre as características indicadoras de biotipo e P450, ES, PS e MS, dessa forma a mudança no ambiente poderá promover uma mudança no fenótipo em uma dessas características e poderá interferir no desempenho das demais. As correlações ambientais entre as características indicadoras de biotipo e AOL, PE365 e PE450 foram de moderada magnitude e baixas entre EGP8, EG e IPP, PPP e STAY.

Tabela 6. Estimativas de correlações genéticas (r_a) e ambientais r_e , e seus respectivos desvios-padrão (DP) e região de credibilidade a 95% em análises bi características

Característica	PCA1		PCA2		SAM	
	$r_a \pm DP$	$r_e \pm DP$	$r_a \pm DP$	$r_e \pm DP$	$r_a \pm DP$	$r_e \pm DP$
AOL	0,48±0,03	0,54±0,01	0,47±0,03	0,53±0,01	0,47±0,03	0,36±0,01
EGP8	0,11±0,04	0,26±0,02	0,08±0,04	0,24±0,02	0,27±0,04	0,28±0,01
EG	0,20±0,05	0,23±0,01	0,18±0,05	0,21±0,01	0,38±0,04	0,22±0,01
P450	0,98± 0,00	0,99±0,00	0,93±0,00	0,99±0,00	0,74±0,01	0,56±0,01
PE365	0,53±0,03	0,39±0,02	0,53±0,03	0,39±0,01	0,45±0,03	0,25±0,02
PE450	0,43±0,03	0,50±0,02	0,42±0,03	0,50±0,02	0,40±0,01	0,31±0,02
IPP	-0,01±0,05	-0,21±0,01	0,01±0,05	-0,22±0,01	-0,17±0,05	-0,10±0,01
PPP	0,04 (-0,11-0,20)	0,21 (0,12-0,29)	0,01(-0,16-0,16)	0,19 (0,11-0,28)	0,22 (0,07-0,36)	0,17 (0,10-0,24)
STAY	0,29 (0,16-0,42)	0,02(-0,04-0,07)	0,28 (0,15-0,41)	0,01 (-0,05-0,06)	0,29 (0,18-0,41)	0,05(-0,00-0,10)
ES	0,89 (0,87-0,92)	0,66 (0,63-0,68)	0,90 (0,87-0,92)	0,59 (0,56-0,62)	0,46(0,39-0,53)	0,54(0,50-0,60)
MS	0,78 (0,74-0,82)	0,62 (0,57-0,67)	0,73 (0,67-0,77)	0,51 (0,46-0,57)	0,96(0,96-0,97)	0,87(0,82-0,93)
PS	0,74 (0,68-0,79)	0,60 (0,54-0,66)	0,68 (0,61-0,73)	0,49 (0,44-0,55)	0,99(0,99-0,99)	0,96(0,96-0,96)

AOL: área de olho de lombo (cm²); EG: espessura de gordura subcutânea na costela (mm); EGP8: espessura de gordura subcutânea na garupa (mm); P450: peso ajustado aos 450 dias de idade (kg); PE365: perímetro escrotal ajustado aos 365 dias de idade (cm); PE450: perímetro escrotal ajustado aos 450 dias de idade (cm); IPP: idade ao primeiro parto (meses); PPP: probabilidade de prenhes precoce (meses); STAY: stayability; ES: estrutura corporal ao sobreano; PS: precocidade ao sobreano; MS: musculosidade ao sobreano; PCA1 componente principal 1; PCA2: componente principal 2; e SAM: combinação de escores visuais.

4 CONCLUSÃO

Os índices de biotipo animal apresentaram alta variabilidade genética indicando rápida resposta à seleção direta e, podem ser recomendados como critérios de seleção em substituição à seleção praticada por meio dos escores visuais de E, P e M.

As correlações genéticas entre as características indicadoras de biotipo e as de importância econômica indicam que a seleção direta para biotipo poderá contribuir para o aumento da produtividade e eficiência econômica. A característica indicadora de biotipo que apresentou correlações genéticas mais expressivas entre as de importância econômica foi a SAM. Assim, a seleção direta para essa característica poderá alterar a curva de crescimento, contribuindo para a obtenção de ganhos em precocidade sexual e de terminação, desempenho ponderal e manter a estrutura corporal dos animais.

5 REFERÊNCIAS

AGUILAR I; MISZTAL I; JOHNSON D. L; LEGARRA, A.; TSURUTA, S.; LAWOR, T. J. A unified approach to utilize phenotypic, full pedigree, and genomic information for genetic evaluation of Holstein final score. **Journal of Dairy Science**, v.93, n. 2, p. 743–752, 2010.

BAVERA, G. A. Biotipos bovinos. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponível em: <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/06-biotipos_carne_%20leche_y_trabajo.pdf>. Acesso em 20 de setembro de 2018.

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

BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G. Genetic parameters and relationships of heifer pregnancy and age at first calving with weight gain, yearling and mature weight in Nelore cattle. **Livestock Science**, v. 141, n. 1, p. 12-26, 2011.

BOLIGON, A. A.; BALDI, F.; ALBUQUERQUE, L. G. Genetic parameters and relationships between growth traits and scrotal circumference measured at different ages in Nelore cattle. **Genetics and Molecular Biology**, v. 34, n. 2, p. 225-230, 2011.

BRUMATTI, R. C.; FERRAZ, J. B. S.; ELER, J. P.; FORMIGONNI, I. B. Desenvolvimento de índice de seleção em gado de corte sob o enfoque de um modelo bioeconômico. **Archivos de Zootecnia**, n. 60, p. 205-213, 2011.

DI MARCO, O. N. Fisiología del crecimiento de vacunos. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponível em: <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/16-fisiologia_del_crecimiento.pdf>. Acesso em 20 de setembro de 2018.

DUITAMA, L. O., FONSECA, R., BERTIPAGLIA, T., MACHADO, C.H., SOARES FILHO, C.V. Estimação 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.

ELER, J. P.; BIGNARDI, A. B.; FERRAZ, J. B. S., J. R, M. L. S. Theriogenology Genetic relationships among traits related to reproduction and growth of Nelore females. **Theriogenology**, p. 708–714., 2014.

GORDO, D. G. M.; BALDI, F.; LÔBO, R. B.; KOURY FILHO, W; 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**, Champaign, v. 90, p. 4223-4229, 2009.

KLUSKA, S.; SILVA, LO. O. C.; MAIA, F. M. C.; MARTINS, E. N. Estimation of genetic parameters for probability of calving up to 39 months of age, stayability and scrotal circumference in Nelore cattle. In: **Livestock Research for Rural Development**, v. 30, n. 5, 2018.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L.G.; Proposta de metodologia para coleta de dados de escores visuais para programas de melhoramento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 5., Uberaba, 2002. **Anais...** Uberaba, 2002, p. 264-266.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L. G.; ALENCAR, M. M.; FORNI, S.; CHIQUITELLI NETO, M. Genetic parameter estimates of visual score traits and their relationship with growing traits in Brazilian Nelore cattle. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8., 2006, Belo Horizonte. **Proceedings...** Belo Horizonte: Instituto Prociência, 2006. 1CD-ROM.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L. G.; ALENCAR, M. M.; FORNI, S.; SILVA, J. A. 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.

KOURY FILHO, W.; TRAMONTE, N. C.; BITTENCOUT, A.; ALVES, F. C. P. Avaliação Visual – EPMURAS descritivo. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, 2015.

MANLY, B. F. J. Métodos Estatístico Multivariados: uma introdução; tradução Sara Ianda Carmona – 3.ed.- Bookman, Porto Alegre, 2008.

MARQUES, E. G.; MAGNABOSCO, C. U.; LOPES, F. B.; SILVA, M. C. Estimativas de parâmetros genéticos de características de crescimento, carcaça e perímetro escrotal de animais da raça Nelore avaliados em provas de ganho em peso em confinamento. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 159-167, 2013

MEYER, K.; HOULE, D. Sampling Based Approximation of Confidence Intervals for Functions of Genetic Covariance Matrices. In: Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics Conference. p. 523–526, 2013.

MISZTAL, I.; TSURUTA, S.; LOURENCO, D. A. L.; AGUILAR, I.; LEGARRA, A.; VITEZICA, Z. **Manual for BLUPF90 family of programs**, 2015.

MRODE, R.A., THOMSON, R. **Linear models for the prediction of animal breeding and values**, 2nd ed., 2005.

MOTA, L. F. M.; PIRES, A. V.; MARIZ, T. M. A.; RIBEIRO, J. S.; BONAFÉ, C. M. Estrutura corporal (frame size) e influencias no desempenho produtivo de bovinos de corte. *Boletim Técnico PPGZOO UFVJM*, v.2, n. 1, 2014.

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**, 155, 679-687, 2016.

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 Production**, 49, 467–473, 2017.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2009.

SANTANA J. R., M. L.; ELER, J. P.; CUCCO, D. C.; BIGNARDIA, 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, n. 1–3, 2013.

SAS® - Statistical Analysis System. SAS/STATS Software. SAS Institute, Cary, NC, 2004.

SILVA, J.A. II V.; DIAS, L. T.; ALBUQUERQUE, L. G. Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, 2005.

SORENSEN, D., GIANOLA, D. Likelihood, Bayesian, and MCMC Methods in Quantitative Genetics. Springer, New York, 2002.

TANAKA, A. L. R.; NEVES, H. H. R.; OLIVEIRA, J. A.; CARVALHEIRO, R., QUEIROZ, S. A. Índice de seleção bioeconômico para fêmeas de corte da raça Nelore. **Archivos de Zootecnia**. v.61, n.236, p.537-548, 2012.

TONUSSI, R. L.; ESPIGOLAN, R.; GORDO, D. G.; MAGALHÃES, A. F.; VENTURINI, G. C.; BALDI, F.; DE OLIVEIRA, H. N.; CHARDULO, L. A.; TONHATI, H.; ALBUQUERQUE, L. G. Genetic association of growth traits with carcass and meat traits in Nelore cattle. **Genetics and Molecular Research**. v.14, n. 4, p. 18713-18719, 2015.

VAN MELIS, M. H.; ELER, J. P.; OLIVEIRA, H. N.; ROSA, G. J. M.; SILVA, J. A. II V.; FERRAZ, J. B. S.; PEREIRA, E. Study of stayability in Nelore cows using a threshold model. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 7, p. 1780–1786, 2007.

VAN MELIS, M. H.; ELER, J. P.; ROSA, G. J. M.; FERRAZ, J. B. S.; FIGUEIREDO L. G. G.; MATTOS, E. C.; OLIVEIRA, H. N. Additive genetic relationships between scrotal circumference, heifer pregnancy and stayability in

Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 12, p. 3809–3813, 2010.

YOKOO, M.J.; ALBUQUERQUE, L.G.; LOBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; ARAUJO, F.R.C.; SILVA, J.A.V.; SAINZ, R.D. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livestock Science**, v.117, p.147-154, 2008.

YOKOO, M.J.; WERNECK, J.N.; PEREIRA, M.C.; ALBUQUERQUE, L.G.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R.D.; LOBO, 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, p.197-202, 2009.