

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI

LUIZA RODRIGUES ALVES ABREU

**PARÂMETROS E TENDÊNCIAS GENÉTICAS PARA ESCORES
VISUAIS, PESOS CORPORAIS E PERÍMETROS ESCROTAIS EM
BOVINOS DA RAÇA GUZERÁ**

**DIAMANTINA – MG
2014**

LUIZA RODRIGUES ALVES ABREU

**PARÂMETROS E TENDÊNCIAS GENÉTICAS PARA ESCORES VISUAIS,
PESOS CORPORAIS E PERÍMETROS ESCROTAIS EM BOVINOS DA RAÇA
GUZERÁ**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos
Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título de *Magister
Scientiae*

Orientador: Prof. Aldrin Vieira Pires

DIAMANTINA – MG
2014

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

A162p	Abreu, Luiza Rodrigues Alves Parâmetros e tendências genéticas para escores visuais, pesos corporais e perímetro escrotal em bovinos da raça guzerá / Luiza Rodrigues Alves Abreu. – Diamantina: UFVJM, 2014. 83 p. : il. Orientador: Aldrin Vieira Pires Coorientador: Idalmo Garcia Pereira Dissertação (Mestrado – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. 1. Amostragem de Gibbs. 2. Método de Monte Carlo. 3. Gado de corte. 4. Dado discreto. 5. Parâmetro genético. I. Título II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. CDD 636.213
-------	--

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LUIZA RODRIGUES ALVES ABREU

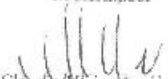
**PARÂMETROS E TENDÊNCIAS GENÉTICAS PARA ESCORES
VISUAIS, PESOS CORPORAIS E PERÍMETROS ESCROTAIS EM
BOVINOS DA RAÇA GUZERÀ**

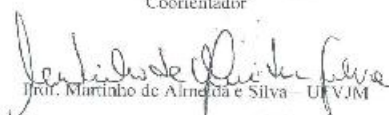
Dissertação apresentada à Universidade Federal dos
Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

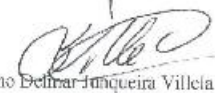
APROVADA em 17/10/2014


Prof. Aldrin Vieira Pires – UFVJM
Orientador


Prof. Edilmo Garcia Pereira – UFMG
Coorientador


Prof. Claudio Vieira Araújo – UFMG
Coorientador


Prof. Marinho de Almeida e Silva – UFVJM


Prof. Severino Delmar Junqueira Villela – UFVJM

DIAMANTINA – MG
2014

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Jânio e Percilia, pela vida, ensinamentos, oportunidades e amor.
E ao meu namorado Alex, pelo carinho, dedicação, por me fazer uma pessoa melhor e mais feliz, eu TE AMO meu LINDO!

AGRADECIMENTO

A Deus pela vida e por estar ao meu lado em todos os momentos.

À Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, pelas oportunidades e formação.

À Capes pela concessão de bolsa de estudos.

Ao professor Aldrin, pela oportunidade de realização deste trabalho, orientação, ensinamentos, amizade e principalmente pela confiança depositada em mim.

Ao professor Idalmo que mesmo de longe se fez presente durante a realização deste trabalho.

Ao professor Martinho por ter sido uma das pessoas mais doces que poderia ter encontrado no DZO.

Ao professor Cláudio pela ajuda nas análises e sugestões na conclusão deste trabalho; e ao professor Severino pelas importantes sugestões.

Ao professor Alexandre Ramos Fonseca do Sistema de Informações da UFVJM e professor Ricardo da Fonseca do departamento de Zootecnia da UNESP/Dracena, por terem cedido computadores para realização das análises.

À ABCZ pela cessão dos dados utilizados no trabalho.

Ao meu namorado Alex, pelo apoio, dedicação e paciência, tanto nos dias em que tinha vontade de largar tudo, mas principalmente por ter me ajudado a buscar força para continuar.

Aos meus pais Jânio e Percília que não poupam esforços para realização dos meus sonhos.

Às amigas Renata, Mari e Bruninha, pela parceria e grande amizade, sem hora ou tempo ruins, sempre prontas para o que eu precisasse.

Aos colegas e amigos do Grupo de Estudos em Melhoramento Animal, Talita, Karine, Lúcio, Jéssica, Grazi, Pilar, Eduardo (Bode), Rogério, Flaviana, Léo, Diego, Fran, Rafa, pela parceria, pelos cafezinhos e por terem contribuído para o meu desenvolvimento pessoal.

A todos os docentes do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFVJM, pelos ensinamentos.

Aos funcionários Elizângela, Geraldo, Mariana, Zezinho e Sr. Pedro, pela presteza e disposição.

MUITO OBRIGADA!!!!

BIOGRAFIA

Luiza Rodrigues Alves Abreu, filha de Jânio Caldeira Vitor de Abreu e Percilia Rodrigues Alves Abreu, nasceu em 25 de fevereiro de 1988, na cidade de Belo Horizonte – MG.

Em julho de 2011, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM.

Em setembro de 2012, iniciou o Curso de mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, na área de Melhoramento Genético de Animais Domésticos, submetendo-se à defesa de dissertação no dia 17 de outubro de 2014.

RESUMO

ABREU, Luiza Rodrigues Alves, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Outubro de 2014. 83p. **Parâmetros e tendências genéticas para escores visuais, pesos corporais e perímetros escrotais em bovinos da raça guzerá.** Orientador: Aldrin Vieira Pires. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

Objetivou-se com este estudo estimar as (co)variâncias e as associações genéticas para as características de pesos corporais, perímetro escrotal e os escores de avaliação visual em bovinos da raça Guzerá. Foram utilizados dados de animais nascidos entre os anos de 1960 e 2013 de cinco estados brasileiros, registrados na ABCZ (Associação Brasileira de Criadores de Zebu). As características avaliadas foram: peso corporal ao nascimento (PN), pesos corporais aos 120, 205, 365, 450 e 550 dias de idade (P120, P205, P365, P450 e P550) e perímetros escrotais PE205, PE365, PE450 e PE550, além dos escores de avaliação visual da conformação corporal (E – estrutura corporal, P – precocidade, M – musculosidade, U – umbigo, R – raça, A – aprumos e S – sexualidade). Os componentes de (co)variâncias foram estimados por modelo animal, uni e bi característica usando a inferência bayesiana e assumindo modelo linear para os dados com distribuição contínua e modelo limiar para as características com distribuição discreta. As médias *a posteriori* para a herdabilidade direta, obtidas por análises unicaracterísticas, foram: 0,38 (PN); 0,45 (P120), 0,41 (P205), 0,39 (P365), 0,40 (P450), 0,43 (P550), 0,15 (PE205), 0,62 (PE365), 0,32 (PE450), 0,60 (PE550), 0,33 (E), 0,30 (P), 0,32 (M), 0,38 (U), 0,34 (R), 0,39 (A) e 0,46 (S). As tendências genéticas e fenotípicas indicam que houve evolução nos valores genéticos e fenotípicos dos animais ao longo dos anos. As correlações genéticas estimadas entre peso corporal à desmama (P205), peso corporal ajustado aos 450 dias de idade (P450), estrutura corporal (E), precocidade (P) e musculosidade (M) e as demais características foram positivas variando de média a alta magnitude. Os resultados sugeriram que seleção com base em pesos corporais à desmama e aos 450 dias de idade, e escores visuais de estrutura corporal, precocidade e musculosidade resultaria como resposta direta ou correlacionada à seleção, em animais mais pesados em todas as idades, com maiores perímetros escrotais e com incremento nos escores visuais.

Palavras-chave: Amostragem de Gibbs, método de Monte Carlo, gado de corte, dado discreto, parâmetro genético

ABSTRACT

ABREU, Luiza Rodrigues Alves. Federal University of Jequitinhonha and Mucuri Valleys, October 2014. 83p. **Genetic parameters and trends for visual scores, body weights, and scrotal circumference in Guzerat cattle.** Adviser: Aldrin Vieira Pires. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

The objective was to estimate the (co) variance and genetic associations for characteristics such as body weights, scrotal circumference, and visual appraisal scores in Guzerat cattle. Data of animals born between 1960 and 2013 in five Brazilian states, registered in the ABCZ (Brazilian Association of Zebu Breeders) were utilized. Evaluated characteristics were: body weight at birth (BWB); body weight at 120, 205, 365, 450, and 550 days of age (BW120, BW205, BW365, BW450, and BW550); scrotal circumference (SC) at day 205, 365, 450, and 550; and visual scores of body conformation (E - body structure, P - precocity, M - muscularity, U - umbilicus, R - breed, A - angulation and S - sexuality). The (co) variances were estimated by animal model, uni- and bi-characteristic using the Bayesian inference and assuming a linear model to the data with continuous distribution and threshold model for characteristics with discrete distribution. The *a posteriori* average for direct heritability obtained by univariate analysis were: 0.38 (BWB); 0.45 (BW120), 0.41 (BW205), 0.39 (BW365), 0.40 (BW450), 0.43 (BW550), 0.15 (SC205), 0.62 (SC365), 0.32 (SC450), 0.60 (SC550), 0.33 (E) 0.30 (P), 0.32 (M), 0.38 (U), 0.34 (R) 0.39 (A) and 0.46 (S). The genetic and phenotypic trends indicate an evolution in genetic and phenotypic values of animals over the years. Genetic correlation estimates between body weight at weaning (BW205), adjusted body weight at 450 days of age (BW450), body structure (E), precocity (P) and muscularity (M) and other characteristics were positive, ranging from average to high magnitude. The results suggested that selection based on body weight at weaning and 450 days of age, and visual scores of body structure, precocity and muscularity would result in direct response or correlated with selection in heavier animals at all ages, with greater SC and improved visual scores.

Keywords: beef cattle, discrete data, genetic parameter, Gibbs sampling, Monte Carlo method

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	11
REVISÃO DE LITERATURA	13
A raça Guzerá	13
Características de crescimento	13
Perímetro Escrotal	16
Escore visuais de conformação corporal	17
Efeito Materno	19
Inferência Bayesiana	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
ARTIGO 1 – Avaliação genética de pesos corporais, perímetro escrotal e escores visuais em bovinos Guzerá.....	28
Introdução	30
Material e Métodos	31
Resultados e Discussão	36
Conclusão	51
Agradecimento	51
Referências Bibliográficas	51
ARTIGO 2 – Correlações genéticas entre pesos corporais em idades padrão, perímetro escrotal e escores visuais de conformação corporal em bovinos Guzerá	56
Introdução	58
Material e Métodos	59
Resultados e Discussão	64
Conclusão	78
Agradecimento	79
Referências Bibliográficas	79

INTRODUÇÃO GERAL

A bovinocultura de corte brasileira passa por uma fase de modernização e aplicação de tecnologias, para aumentar a produtividade e rendimento dos rebanhos. Atualmente, o Brasil é o segundo maior exportador de carne e detentor do maior rebanho com cerca de 208 milhões de bovinos sendo que cerca de 80% desses animais possui em maior percentual de genes de origem zebuína (ABIEC, 2014).

Nos programas de melhoramento de bovinos de corte, os animais são selecionados principalmente com base nas características de pesos corporais e ganhos de peso, pela facilidade de mensuração e obtenção de ganhos genéticos expressivos. Entretanto, estudos com características morfológicas de conformação de bovinos de corte têm despertado interesse dos criadores e pesquisadores, e os trabalhos são realizados para avaliar os efeitos de fatores genéticos e ambientais sobre estas características. A seleção com base nos escores de estrutura corporal, precocidade e musculatura pode ser efetiva, porque estimativas de herdabilidade destas características variam de moderada a média magnitude (Dal Farra et al., 2002; Kipper et al., 2006; Faria et al., 2008; Faria et al., 2009; Koury Filho et al., 2010).

Os escores visuais, em bovinos de corte, têm sido utilizados para identificar animais com maior precocidade de terminação, melhor musculatura e conformação frigorífica, e que não alcancem tamanho excessivo na maturidade (Faria et al., 2009; Weber et al., 2009; Boligon e Albuquerque., 2010). Segundo Dibiasi et al. (2006) a utilização dos escores de avaliação visual possibilita a descrição física (tamanho, largura e comprimento), e produtiva do animal (quantidade de carne e gordura), e permite estabelecer programas de seleção mais elaborados, visando diversas características com maior harmonia ao mesmo tempo.

A eficiência reprodutiva é importante economicamente em um rebanho (Pereira et al., 2001), uma vez que limita a intensidade de seleção e o progresso genético. O perímetro escrotal, por se tratar de característica reprodutiva de fácil avaliação, é muito utilizado nos programas de melhoramento genético. O perímetro escrotal também pode limitar a intensidade de seleção, interferir no intervalo entre gerações, e limitar a eficiência econômica do sistema de produção (Aráujo et al., 2012), uma vez que o perímetro escrotal está correlacionado positivamente com a eficiência reprodutiva de macho e fêmeas. Um ponto chave em um programa de melhoramento genético é a

estimação acurada dos parâmetros genéticos e a definição adequada das características que consistirão o critério de seleção.

Parâmetros genéticos têm sido estimados por diversas metodologias e inferência bayesiana tem sido usada como alternativa para estimação dos parâmetros genéticos, em razão, principalmente da sua flexibilidade, para definição de modelos utilizados nas análises (Gianola e Fernando, 1986) e quanto as inferências dos resultados (Blasco, 2001). A análise bayesiana sob modelo linear misto trata todos os parâmetros do modelo, incluindo os componentes de (co)variância, como variáveis aleatórias e obter a distribuição *a posteriori* marginal destes parâmetros (Wright et al., 2000).

Diversos trabalhos de estimação de componentes de (co)variância e herdabilidade, foram realizados no Brasil, com diferentes abordagens estatísticas. O conhecimento dos parâmetros genéticos é de fundamental importância no estabelecimento das respostas diretas e correlacionadas à seleção, elaboração de índices de seleção e predição do valor genético dos animais. Assim, objetivou-se com este trabalho estimar parâmetros genéticos das características indicadores de precocidade sexual em machos (perímetro escrotal), desenvolvimento ponderal (pesos corporais em idades padronizadas) e escores visuais de conformação.

REVISÃO DE LITERATURA

A raça Guzerá

A raça Guzerá originária da Índia foi introduzida no Brasil nos anos de 1870, pelo Barão de Duas Barras, e se expandiu rapidamente nos cafezais fluminenses para arrastar os pesados carroções e vagões para transporte do café e foi também explorada para produção de leite e carne. Com a decadência dos cafezais a partir do ano de 1888, os fazendeiros buscaram aproveitar melhor esta raça, por meio da seleção das características de corte e leiteiras(ABCZ, 2014).

A eficiência produtiva e reprodutiva dos bovinos Guzerá permitiu sua utilização nos cruzamentos, tanto com animais zebuínos (Guzonel), quanto com taurinos (Guzolando). Na década de 40, em razão da política adotada no país, os animais da raça Guzerá foram utilizados intensivamente nos cruzamentos pela sua alta rusticidade e vigor que imprimia aos cruzamentos. A raça Guzerá contribuiu para a formação das raças Indubrasil, Tabapuã, Brahman, Pitangueiras e Simbrasil. A partir dessa época houve queda na participação da raça na bovinocultura brasileira e poucos criadores mantiveram seus rebanhos e programas de seleção de seus reprodutores (ABCZ, 2014).

Contudo, em razão da habilidade materna, rusticidade e por serem considerados animais de duplo propósito, rebanho Guzerá voltou a crescer, saindo da média de 2,5 mil registros genealógicos definitivos anuais na década de 90 para quase 10 mil em 2010 e ficando em quarta colocada em número de registros de animais das raças zebuínas na ABCZ, atrás somente das raças Nelore, Brahman e Tabapuã (ABCZ, 2014).

Criadores de diferentes raças buscam por meio de seleção obter animais que apresentem maior ganho de peso, melhor habilidade materna, conformação frigorífica, rendimentos de carcaça, entre outras características. A avaliação genética das características torna-se importante para estes processos de seleção. No entanto, para que a avaliação genética seja eficientemente realizada e efetiva nos programas de melhoramento há necessidade de parâmetros genéticos acurados das características para predizer respostas diretas e correlacionadas à seleção.

Características de crescimento

Em bovinos de corte há uma constante busca por animais que apresentem maior velocidade de crescimento, permaneçam menos tempo em pastagens ou confinamentos,

encurtando dessa forma o ciclo de produção e possibilitando maior retorno econômico. Assim características como perímetro escrotal tornam-se importante, por limitar tanto o intervalo entre gerações quanto o progresso genético, advindo de programas de melhoramento que buscam atender a demanda do mercado de bovinos de corte em curto prazo, a seleção é feita com base no desenvolvimento ponderal, pesos corporais e ganhos de pesos nas diferentes idades.

As estimativas de herdabilidade e correlações genéticas para as características de desenvolvimento ponderal são positivas e variam de média a alta magnitude, o que pode levar ao aumento no peso corporal adulto dos animais e causar desequilíbrio entre produção de forragem e a necessidade de manutenção, reprodução, lactação e crescimento dos animais (Fries, 1996). Nos últimos anos a seleção apenas com base no desenvolvimento ponderal tem sido questionada, havendo a necessidade de avaliar o impacto de outras características além do peso corporal nos programas de melhoramento genético no intuito de promover evolução nos índices de seleção.

Estimativas de herdabilidade da altura do posterior, peso corporal e perímetro escrotal em bovinos da raça Nelore, obtidas por Yokoo et al. (2007) indicam valores que variam de moderada a alta magnitude, indicando que elas respondem bem à seleção.

Diversos estudos realizados para estimar parâmetros genéticos dos pesos corporais em diferentes idades em bovinos de corte (ao nascimento, 120, 205, 365, 450 e 550 dias de idade) indicam que a seleção realizada com base nas informações dessas características, espera-se resposta direta nas características que representam o objetivo da seleção e resposta correlaciona positiva nos demais. Em função das correlações positivas entre essas características (Koury Filho et al., 2003; Siqueira et al., 2003; Boligon et al., 2009; Koury Filho et al., 2010).

Em estudos realizados para estimar os parâmetros genéticos para os escores visuais e suas associações com peso corporal em bovinos de corte, Koury Filho et al. (2010) por meio de análises bicaracterísticas sugere que a seleção com base no peso corporal à desmama e ao sobreano, resultará como resposta correlacionada progresso genético nas características de escore visual de conformação corporal.

Boligon et al. (2009), ao estimarem herdabilidades e correlações entre pesos corporais do nascimento à idade adulta em rebanhos de bovinos da raça Nelore, observaram que as estimativas de variância genética aditiva nas análises bi e multicaracterísticas foram maiores do que as estimadas em análises unicaracterística, principalmente para os pesos corporais a partir do sobreano. Esses aumentos na

diferença do componente de variância genética aditiva nos modelos refletem a remoção do viés decorrente da seleção (Meyer, 1995) que ocorre nas análises com modelos bi e multicaracterísticas (Boligon e Alburquerque, 2010). De acordo com Meyer (1995) e Kaps et al. (1999), em rebanhos em que há, por razões econômicas, pré-seleção ao desmame e seleção ao soberano, todos os dados devem ser incluídos nas análises de estimação dos parâmetros genéticos para que se possa considerar o efeito da seleção. Já as estimativas de herdabilidade para peso ao nascer e à desmama, em análises uni, bi e multicaracterísticas foram semelhantes pelo fato de não haver seleção até o peso corporal à desmama, o que sugere que os componentes de variância para esse peso corporal podem ser obtidos por análise unicaracterística exigindo menos recurso computacional.

Em geral, estudos demonstram (Yokoo et al., 2007; Boligon et al., 2009) que as correlações genéticas são maiores entre os pesos corporais adjacentes e reduzem à medida que as idades se distanciam. Os valores das correlações genéticas sugerem que animais geneticamente superiores em determinada idade deverão, em grande parte, ser superiores também nas idades posteriores, principalmente a partir da desmama. Esses resultados reafirmam a preocupação dos técnicos e produtores com o tamanho adulto das matrizes para as raças bovinas, uma vez que existe correlação genética baixa, porém desfavorável, entre peso corporal adulto e características reprodutivas (Meyer et al., 2004; Mello et al., 2006; Boligon et al., 2009).

O peso corporal medido ao ano e ao sobreano, isto é aos 365 e 550 dias de idade, respectivamente, expressam a habilidade do animal em ganhar peso no período pós-desmama. Atualmente procura-se reduzir a idade em que o peso corporal é avaliado, passando dos 550 dias para 450 dias de idade com a finalidade de obter animais que apresentem pesos corporais desejados e com a maior precocidade produtiva possível (Lira et al., 2008).

Segundo Cardoso et al. (2004) e Koury Filho et al. (2010), as altas correlações genéticas entre os escores visuais em diferentes idades e pesos corporais à desmama e ao sobreano, sugerem que as medidas poderiam ser tomadas apenas em um momento na vida do animal. No entanto, a coleta de dados em um único momento parece precipitada, pois o peso corporal medido ao desmama é interessante por não haver pré-seleção, e ao sobreano porque as características morfológicas podem ser avaliadas pelo potencial genético real do indivíduo, sem grande influência do efeito materno.

Perímetro Escrotal

As características reprodutivas são fundamentais nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte, uma vez que elas podem limitar a intensidade de seleção, interferir no intervalo entre gerações e serem economicamente relacionadas ao sistema de produção. Entre as características indicadoras de fertilidade e precocidade sexual, a que é mais empregada nos programas de melhoramento de bovinos de corte é o perímetro escrotal, em razão da facilidade de mensuração (Boligon et al., 2009). O perímetro escrotal apresenta herdabilidade mais alta que as características reprodutivas de fêmeas e pode ser utilizado como critério de seleção das características reprodutivas das fêmeas (Yokoo et al., 2007).

A seleção para perímetro escrotal é muito utilizada por apresentar herdabilidade de moderada a alta, por ser correlacionada positivamente com o ganho de peso e pesos corporais (ao nascimento, ao desmame e ao sobreano), apresenta ainda correlação negativa com as características reprodutivas das fêmeas (idade ao primeiro parto, probabilidade de prenhez, número de dias para o parto e intervalo entre partos) e com as características reprodutivas dos machos (volume testicular, formato testicular e defeitos espermáticos) (Siqueira et al., 2013).

Yokoo et al. (2007) observaram que as herdabilidades estimadas para perímetro escrotal em diferentes idades (365, 450 e 550 dias) sugerem que o perímetro escrotal aos 450 dias pode ser utilizado como critério de seleção, pela magnitude de sua herdabilidade. Aos 365 dias de idade poucos animais já entraram na puberdade, ao passo que, aos 550 dias de idade, a maior parte dos animais já deve ter atingido este estágio de desenvolvimento, o que, de alguma forma, pode diminuir as diferenças genéticas entre os animais. Contudo, para definição da idade mais adequada para mensuração do perímetro escrotal, além de se considerar a variabilidade genética da característica, é necessário estimar as correlações entre perímetro escrotal às varias idades e as características de precocidade sexual e reprodutivas das fêmeas.

Ao se considerar o perímetro escrotal ajustado para idade e peso corporal, Ortiz Peña et al. (2001) e Dias et al. (2003) constataram que a redução na variância ambiental foi a principal responsável pelas diferenças nas estimativas de herdabilidade destas características. Essa redução demonstra a importância da correção do perímetro escrotal para idade e peso corporal, que são fontes de variação não genética e permitem assim a identificação dos animais sexualmente precoces. O perímetro escrotal e o peso corporal

avaliados em diferentes idades possuem correlações genéticas positivas (Frizzas et al., 2008; Araújo et al., 2012).

Sesana et al. (2007), com base nas estimativas de herdabilidade do perímetro escrotal em diferentes idades, observaram grande variabilidade genética para o perímetro escrotal a partir dos 12 meses de idade. Considerando os altos valores de herdabilidade e as altas correlações entre os perímetros escrotais avaliados em diferentes idades, os autores concluíram que essa característica pode ser medida em idades mais jovens (12 a 15 meses), e pode ser utilizada como critério de seleção, por permitir a seleção de animais quanto à produção espermática futura e pela seleção de animais aos 12 meses de idade permitir o descarte precoce dos animais que não apresentaram boa produção espermática na fase adulta.

Escores visuais de conformação corporal

A utilização dos escores visuais de conformação corporal para avaliação fenotípica dos animais é importante para o aumento da produtividade na pecuária de corte, uma vez que os animais selecionados apresentam melhor conformação produtiva, maior produção de carne e precocidade de terminação, com influência diretamente na qualidade da carne.

O Programa de Melhoramento Genético dos Zebuínos (PMGZ) da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ) propôs em 2003 um método de avaliação visual denominado EPMURAS, o qual consiste em classificar os animais segundo as características de estrutura corporal (E), precocidade (P), musculosidade (M), umbigo (U), características raciais (R), aprumos (A) e sexualidade (S), para identificar os animais, que nas condições viáveis de criação e em sintonia com o mercado consumidor, cumpram seu objetivo de maneira eficiente e em menor tempo (Koury Filho, 2005; Josahkian et al., 2003).

A atribuição de escores visuais pode ser realizada relativamente cedo na vida do animal o que permite a avaliação de um grande número de animais, tornando o processo mais ágil e de menor custo uma vez que não há necessidade de submetê-los às mensurações (Boligon e Albuquerque, 2010). As características de estrutura corporal, precocidade e musculatura, avaliadas por escores visuais, podem responder à seleção individual e promover ganhos genéticos, e contribuir para identificação de animais mais precoces (Koury Filho et al., 2010).

Estudos realizados por Boligon e Albuquerque (2010) em animais da raça Nelore, indicaram que a seleção para escores visuais deve promover mudanças genéticas favoráveis na idade ao primeiro parto e no perímetro escrotal, obtendo-se, conseqüentemente, animais mais precoces. Dessa forma, a seleção para acabamento, crescimento e precocidade promove o encurtamento do ciclo produtivo e retorno econômico mais rápido. A seleção dos animais com melhores escores pode melhorar a velocidade de crescimento e favorecer a composição de índices de seleção (Koury Filho et al., 2009).

A diferença entre as características de avaliação visual e as demais características consideradas em um programa de melhoramento reside no fato de como é realizada a avaliação. A avaliação visual é feita de forma subjetiva e está sujeita a grande variação, em razão da não padronização dos seus instrumentos que, no caso, são os avaliadores.

Analisando os componentes de (co)variância e herdabilidade Koury Filho et al. (2010), em bovinos de corte, observaram progresso genético como resposta direta à seleção para as características de escores visuais e o peso corporal ao desmame e ao sobreano. As estimativas de herdabilidade direta de conformação, precocidade e musculatura seguiram a mesma tendência entre as fases de crescimento, o que indica grande associação genética entre essas características. Os autores concluíram ser possível obter resposta à seleção direta por meio de avaliações visuais, e que estes escores poderiam ser utilizados para seleção de tipos morfológicos economicamente mais eficientes, evitando-se biótipos extremos, compactos ou tardios. Entretanto a definição de apenas um momento avaliação dos escores visuais na vida do animal ainda depende de estudos que considerem pesos econômicos.

A idade do animal é importante fator de variação dos escores visuais, obtidos ao desmama e do ganho de peso até à desmama. Kippert et al. (2006) verificaram que animais desmamados mais tardiamente recebem notas de escores visuais mais elevadas, e eram mais pesados, podendo confundir o avaliador, no momento da pontuação desses animais. Estudos realizados por Weber et al. (2009) constataram que as tendências fenotípicas para os escores visuais são positivas e de maior magnitude que as tendências genéticas em consequência das condições ambientais.

O umbigo apesar de não ser relacionado às características de carcaça é de grande importância. Ele é formado pela prega umbilical nas fêmeas e pelo conjunto prega

umbilical e bainha nos machos e segundo Koury Filho et al. (2003) machos com umbigos de maior tamanho e, ou pendulosos serão mais susceptíveis às patologias.

Efeito Materno

O emprego de modelos que não consideram os efeitos maternos para avaliação de características medidas à desmama pode resultar em superestimação da variância genética aditiva direta e da herdabilidade direta (Meyer, 1992; Eler et al., 1995; Pires e Lopes, 2001).

Diversos trabalhos relatam correlações genéticas negativas entre os efeitos direto e materno. Contudo deve-se considerar que estudos têm apontado que a correlação negativa entre estes dois efeitos a causa pode ser problemas na estruturação dos dados e, ou efeitos não incluídos na definição do modelo (Robinson, 1996; Meyer 1997).

Resultados obtidos por Koury Filho et al. (2010) indicam que é importante a inclusão do ambiente permanente materno no modelo de avaliação desses escores visuais medido à desmama, mesmo quando se considera o efeito genético materno. Os autores também registraram que os escores visuais ao sobreano sofrem pequena influência do ambiente materno. O ambiente materno foi importante para estas características medidas à desmama, mas, à medida que o período de aleitamento se distancia da desmama, outros efeitos ambientais passam a ser mais importantes que o efeito materno.

Estudos realizados por Boligon et al. (2009), indicam que as contribuições das variâncias do ambiente permanente materno em relação à variância fenotípica foram mais expressivas em animais jovens uma vez que os animais têm possuem maior influência da mãe até a desmama que tende a desaparecer no período pós-desmama.

Segundo Dias et al. (2005), a não inclusão dos efeitos maternos nos modelos de análise do peso corporal à desmama pode trazer um comprometimento entre a variância genética materna e a variância genética aditiva, resultando em superestimação do efeito genético aditivo.

Gonçalves et al. (2010) obtiveram estimativas de herdabilidade materna do peso corporal aos 205 dias de idade de 0,32, o que indica que nesta fase há grande influência da mãe sobre o bezerro, o que justifica a inclusão do efeito materno no modelo para obtenção de estimativas dos parâmetros genéticos mais precisos. Os mesmos autores relataram herdabilidade materna do peso corporal aos 365 dias mais baixa (0,18) em

razão da menor contribuição aos 365 dias de idade, pois este efeito tende a diminuição até os 550 dias de idade.

Em análises sobre tendência genética materna, Gonçalves et al. (2010) encontraram valores decrescentes de acordo com o aumento da idade do animal. Uma vez que foi dada ênfase na seleção às características de produção, e a correlação entre os efeitos aditivos e maternos foram negativas.

Inferência Bayesiana

A estimação de parâmetros genéticos acurados e precisos é de grande importância para o melhoramento genético animal. No entanto para a obtenção de estimativas dos parâmetros genéticos acurados e precisos é necessário à definição de método estatístico adequado e que melhor reflita o comportamento biológico das características estudadas (Faria et al., 2007).

A metodologia de modelos mistos com o uso do modelo animal foi a mais utilizada para estimação dos componentes de variância e predição dos valores genéticos dos animais nas últimas décadas, em razão dela possibilitar a predição não-viesada levar em consideração as relações de parentesco, e finalmente permitir a comparação de animais em níveis distintos de efeitos fixos (Meyer, 2006; Meyer, 2007).

A análise bayesiana tornou-se alternativa de grande flexibilidade, tanto pelos modelos utilizados nas análises (Gianola e Fernando, 1986), quanto pelas inferências que podem ser realizadas a partir dos resultados (Blasco, 2001). Na análise bayesiana sob modelo linear misto todos os parâmetros do modelo incluindo-se os componentes de (co)variância, são considerados variáveis aleatórias e fornece a distribuição *a posteriori* marginal de todos os parâmetros e componentes genéticos (Wright et al., 2000). A estatística bayesiana trabalha com probabilidades das distribuições de densidade probabilística do parâmetro em estudo da amostra (Faria et al., 2007).

Os métodos bayesianos são fundamentados no teorema desenvolvido pelo reverendo Thomas Bayes, em 1761, o teorema de Bayes, que consiste em descrever todos os erros que podem existir em torno de um parâmetro usando como medida do erro a probabilidade de que os parâmetros tomem determinados valores. Para estimação pontual de determinado parâmetro, pode-se usar a moda, média ou mediana (Faria et al., 2008). Em melhoramento genético animal, a inferência bayesiana foi introduzida por Daniel Gianola na década de 1990.

Diversos trabalhos foram desenvolvidos utilizando metodologias bayesianas, cujos resultados foram questionados por abordarem os critérios para verificação da convergência. Outra dificuldade na utilização dessa metodologia é a grande demanda computacional, principalmente em casos de modelos mais complexos dos processos iterativos da Cadeia de Markov (Barbosa et al., 2008).

O método de Monte Carlo via Cadeias de Markov (MCMC), com amostragem de Gibbs, pode ser utilizado como ferramenta para análises nas situações em que os dados não apresentam distribuição normal permitindo a inferência sobre os parâmetros de interesse (Faria et al., 2007).

O uso da amostragem de Gibbs apresenta várias vantagens com relação aos métodos usuais (van Tassel et al., 1995): por não requerer soluções para as equações de modelos mistos; permitir a análise de conjunto de dados maiores do que quando se usa REML com técnicas de matrizes esparsas; propiciar estimativas diretas e acuradas dos componentes de variância, valores genéticos e intervalos de confiança para essas estimativas; poder ser usado sem problemas em microcomputadores e estações de trabalho e independentemente da distribuição que os dados apresentem (Gianola e Foulley, 1983).

A utilização do algoritmo de Gibbs requer cuidados especiais com a definição das análises como a distribuição inicial, critério de convergência, período de descarte amostral, intervalo amostral e tamanho de cadeia amostral, conforme descrito por Magnabosco (1997). De acordo com Resende (2001), na utilização de distribuições *a priori* vagas ou não informativas, tem-se que as modas das distribuições marginais *a posteriori* dos parâmetros correspondem às estimativas obtidas pelo Método da Máxima Verossimilhança livre de derivadas. Dessa forma, a grande vantagem da análise bayesiana está na obtenção dos desvios-padrão e intervalo de confiança exato para os parâmetros, bem como, na obtenção de estimativas mais precisas.

Modelos de limiar foram desenvolvidos por Gianola e Foulley (1983) para a avaliação genética de dados categóricos. Van Tassel et al. (1998) tornaram possíveis as análises que relacionam dados contínuos com dados categóricos. Os modelos de limiar admitem que exista uma variável subjacente de distribuição normal contínua, em relação à variável discreta (Sorensen et al., 1995), e as estimativas referentes à determinada categoria são observadas se os valores da escala subjacente estiverem localizados entre os limiares que definem essa categoria. Dessa forma, a distribuição de

probabilidade das estimativas, para dados categóricos, depende da posição da média da distribuição subjacente contínua, em relação aos limiares fixos (Faria et al., 2008).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCZ - Associação Brasileira de Criadores de Zebu. 2012. Disponível em: <<http://www.abcz.org.br>> Acessado: 26 agosto 2014.
- ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne - Pecuária Brasileira – 2012. Disponível em: <www.abiec.com.br> Acessado: 16 junho 2014.
- ARAÚJO, R.O.; MARCONDES, C.R.; EVERLING, D.M.; WEBER, T.; LOPES, J.S.; GARNERO, A.V.; GUNSKI, R.J.; RORATO, P.R.N. Abordagem bayesiana multivariada para características de crescimento, fertilidade e escores visuais de rebanhos da raça Brangus. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.8, p.1077-1086, 2012.
- BARBOSA, L.; LOPES, P.S.; REGAZZI, A.J.; TORRES, R.; SANTANA JUNIOR, M.L.; VERONEZE, R. Estimação de parâmetros genéticos em suínos usando Amostrador de Gibbs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1200-1206, 2008.
- BLASCO, A. The Bayesian controversy in animal breeding. **Journal of Animal Science**, v.79, n.8, p.2023-2046, 2001.
- BOLIGON, A.A.; ALBUQUERQUE, L.D.; MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B. Herdabilidades e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, 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**, v. 45, n. 12, p.1412-1418, 2010.
- CARDOSO, F.F.; CARDELLINO, R.A.; CAMPOS, L.T. Componentes de (co)variância e parâmetros genéticos de caracteres pós-desmama em bovinos da raça Angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.313-319, 2004.
- DAL FARRA, R.A.; ROSO, V.M.; SCHENKEL, F.S. Efeitos de ambiente e de heterose sobre o ganho de peso do nascimento ao desmame e sobre os escores visuais ao desmame de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1350-1361, 2002. (Suplemento).
- DIAS L.T.; EL FARO L.; ALBUQUERQUE L.G. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1878-1882, 2003. (Suplemento 2).
- DIAS, L.T.; ALBUQUERQUE, L.G.; TONHATI, H.; TEIXEIRA, R.A. de. Estimação de parâmetros genéticos para peso em diferentes idades para animais da raça Tabapuã. . **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1914-1919, 2005.
- DIBIASI, N.F. **Estudo do crescimento, avaliação visual, medidas por ultrassonografia e precocidade sexual em touros jovens pertencentes a vinte e uma raças com aptidão para corte**. 75f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia - Genética e Melhoramento Animal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2006.

ELER, J.P.; VAN VLECK, L.D.; FERRAZ, J.B.S.; LÔBO, R.B. Estimation of variances due to direct and maternal effects for growth traits of Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, n.1, p.3253-3258, 1995.

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 Nellore beef-cattle. **Genetics and Molecular Biology**, v.32, n.4, p.753-760, 2009.

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; ALBUQUERQUE, L.G.; REYES, A.; BEZERRA, L.A.F.; LOBO, R.B. Análise genética de escores de avaliação visual de bovinos com modelos bayesianos de limiar e linear. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.835-841, 2008.

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

FRIZZAS, O.G.; GROSSI, D.A.; BUZANSKAS, M.E.; PAZ, C.C.P.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, J.A.; MUNARI, D.P. Heritability estimates and genetic correlations for body weight and scrotal circumference adjusted to 12 and 18 months of age for male Nellore cattle. **Animal**, v.3, n.3, p.347-351, 2009.

FRIES, L.A. Uso de escores visuais em programas de seleção para a produtividade em gado de corte. In: SEMINÁRIO NACIONAL- REVISÃO DE CRITÉRIOS DE JULGAMENTO E SELEÇÃO EM GADO DE CORTE. **Anais...** Uberaba, p.1-6,1996.

GIANOLA, D.; FERNANDO, R.L. Bayesian methods in animal breeding theory. **Journal of Animal Science**, v.63, n.2, p.217-244, 1986.

GIANOLA, D.; FOULLEY, J.L. Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. **Genetics Selection Evolution**, v.15, n.2, p.201-224, 1983.

GONÇALVES, F.M.; PIRES, A.V.; PEREIRA, I.G.; GARCIA, D.A.; FARAH, M.M.; MEIRA, C.T.; CRUZ, V. A. R. Avaliação genética para peso corporal em um rebanho Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.158-164, 2011.

KAPS, M.; HERRING, W.O.; LAMBERSON, W.R. Genetic and environmental parameters for mature weight in Angus cattle. **Journal of Animal Science**, v.77, n.3, p.569-574, 1999.

KIPPERT, C.J.; RORATO, P.R.N.; CAMPOS, L.T.; BOLIGON, A.A.; WEBER, T.; GHELLER, D.G.; LOPES, J.S. Efeito de fatores ambientais sobre escores de avaliação visual à desmama e estimativa de parâmetros genéticos, para bezerros da raça Charolês. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.579-585, 2006.

KOURY FILHO, W. **Escore visuais e suas relações com características de crescimento em bovinos de corte**. 2005. 80p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L.G.; ALENCAR, M.M.D.; FORNI, S.; SILVA, J.A.I.; 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.; ALBUQUERQUE, L.G.; FORNI, S.; AUGUSTO II, J.V.S.; YOKOO, M.J.; ALENCAR, M.M. de. Estimativas de parâmetros genéticos para os escores visuais e suas associações com peso corporal em bovinos de corte1. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, n.5, p.1015-1022, 2010.

KOURY FILHO, W.; JUBILEU, J.S.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; PEREIRA, E.; CARDOSO, E. P. Parâmetros genéticos para escores de umbigo e características de produção em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.5, p.594-598, 2003.

JOSAHKIAN, L.A.; MACHADO, C.H.C.; KOURY FILHO, W. Programa de melhoramento genético das raças zebuínas – **Manual de Operação**. Uberaba, MG: ABCZ, p.98, 2003.

LIRA, T.; ROSA, E.M.; GARNERO, A.V. Parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte (revisão). **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.1, p.1-22, 2008.

MAGNABOSCO, C.D.U. **Estimativas de parâmetros genéticos em características de crescimento de animais da raça Nelore usando os métodos de máxima verossimilhança restrita e amostragem Gibbs**. 1997. 89 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

MELLO, S.D.P.; ALENCAR, M.M.D.; TORAL, F.L.B.; GIANLORENÇO, V.K. Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento e produtividade em vacas da raça Canchim, utilizando-se inferência bayesiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.92-97, 2006.

MEYER, K. Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. **Livestock Production Science**, v.31, n.3, p.179-204, 1992.

MEYER, K. Estimates of genetic parameters for mature weight of Australian beef cows and its relationship to early growth and skeletal measures. **Livestock Production Science**, v.44, n.2, p.125-137, 1995.

MEYER, K. Estimates of genetic parameters for weaning weight of beef cattle accounting for direct-maternal environment co variances. **Livestock Production Science**, v.52, n.3, p.187-199, 1997.

MEYER, K.; JOHNSTON, D.; GRASER, H. Estimates of the complete genetic covariance matrix for traits in multi-trait genetic evaluation of Australian Hereford cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.55, n.2, p.195-210, 2004.

MEYER, K. WOMBAT - “Digging deep for quantitative genetic analyses by restricted maximum likelihood” In: 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 13-18, 2006, **Anais...** Belo Horizonte, Brazil.

MEYER, K. WOMBAT - A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by restricted maximum likelihood (REML). **Journal of Zhejiang University Science B**, v.8, n.11, p.815-821, 2007.

ORTIZ PEÑA, C.D.; QUEIROZ, S.A.; FRIES, L.A. Comparação entre critérios de seleção de precocidade sexual e a associação destes com características de crescimento em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.93-100, 2001.

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.720-727, 2001.

PIRES, A.V.; LOPES, P.S. Efeito materno em suínos. **Revista Ceres**, Viçosa: UFV, v.48, n.276, p.115-125, 2001.

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

ROBINSON, D.L. Models which might explain negative correlations between direct and maternal genetic effects. **Livestock Production Science**, v.45, n.2, p.111-122, 1996.

SESANA, R.C.; ALBUQUERQUE L.G.; SILVA, J.A.V.; SESANA, J.C. Estimativas de herdabilidade e correlação genética do perímetro escrotal, medido em diferentes idades, em animais Nelore. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 44, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/UNESP-SBZ 2007. 3p. Resumo.

SIQUEIRA, J.B.; GUIMARÃES, J.D.; PINHO, R.O. Relação entre perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas em bovinos de corte: uma revisão. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.37, n.1, p.3-13, 2013.

SIQUEIRA, R.L.P.G.; OLIVEIRA J.A.de; LÔBO R.B.; BEZERRA, L.A.F.; TONHATI, H. Análise da variabilidade genética aditiva de características de crescimento na raça Nelore. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.32, n.1, p.99-105, 2003.

SORENSEN, D.A.; ANDERSEN, S.; GIANOLA, D; KORSGAARD, I. Bayesian inference in threshold models using Gibbs sampling. **Genetics Selection Evolution**, v.27, n.3, p.229-249, 1995.

VAN TASSEL, C. P.; CASELLA, G.; POLLAK, E. J. Effects of selection on estimates of variance components using Gibbs sampling and restricted maximum likelihood. **Journal of Animal Science**, v.78, n.3, p.678-692, 1995.

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

WEBER, T.; RORATO, P.R.N.; LOPES, J.S.; COMIN, J.G.; DORNELLES, M. A.; ARAÚJO, R.O. Parâmetros genéticos e tendências genéticas e fenotípicas para características produtivas e de conformação na fase pré-desmama em uma população da raça Aberdeen Angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.832-842, 2009.

WRIGHT, D.R.; STERN, H.S.; BERGER, P.J. Comparing traditional and Bayesian analyses of selection experiments in animal breeding. **Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics**, v.5, p.240-256, 2000.

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

ARTIGO 1 – Avaliação genética de pesos corporais, perímetro escrotal e escores visuais em bovinos Guzerá

Resumo – Objetivou-se com este estudo estimar parâmetros genéticos e tendências genéticas e fenotípicas de pesos corporais, perímetro escrotal e escores visuais de conformação corporal (EPMURAS) em bovinos da raça Guzerá. As características de estrutura (E), precocidade (P), musculosidade (M), umbigo (U), raça (R), aprumos (A) e sexualidade (S) foram avaliadas por meio de escores visuais. Os dados são provenientes de bovinos da raça Guzerá, registrados na ABCZ (Associação Brasileira de Criadores de Zebu), nascidos entre os anos de 1960 e 2013, em cinco estados brasileiros. Para estimação dos componentes de variância e herdabilidades utilizou-se modelo animal linear (características contínuas) e limiar (características categóricas) unicaracterística, por meio de inferência Bayesiana. As tendências genética e fenotípica foram obtidas regredindo o valor genético médio anual em relação ao ano de nascimento dos animais. As estimativas de herdabilidade direta das características avaliadas variaram de moderadas a altas sugerindo que podem ser obtidos expressivos ganhos genéticos por meio de seleção. A magnitude das estimativas de herdabilidade materna indicou a necessidade de inclusão do efeito materno no modelo de avaliação genética. As tendências genéticas e fenotípicas sugeriram mudanças positivas nos valores genéticos e fenotípicos dos animais, ao longo dos anos estudados.

Palavras-chave: amostrador de Gibbs, característica categórica, herdabilidade direta, herdabilidade materna, gado de corte, tendência genética

PAPER 1 – Genetic evaluation of body weight, scrotal perimeter, and visual scores in Guzerat cattle

Abstract – The objective was to estimate genetic parameters, and genetic and phenotypic trends of body weight, scrotal circumference and visual scores of body conformation (EPMURAS) in Guzerat cattle. Characteristics of body structure (E), precocity (P), muscularity (M), ubilicus (U), breed (R), angulation (A), and sexuality (S) were evaluated by visual appraisal scoring. Data were from Guzerat cattle, registered in the Brazilian Association of Zebu Breeders (ABCZ), and born between 1960 and 2013 in five Brazilian states. For estimation of the variance components and heritability, a linear animal (continuous traits) and threshold (categorical traits) uni-characteristic model through Bayesian inference were utilized. The genetic and phenotypic trends were obtained by regressing the average annual genetic value relative to animals' year of birth. Estimates of direct heritability of evaluated traits ranged from moderate to high indicating that genetic gain may be achieved through selection. The magnitude of maternal heritability indicated the need for inclusion of maternal effect in the genetic evaluation model. The genetic and phenotypic trends suggested positive changes in genetic and phenotypic values of animals throughout the studied years.

Keywords: beef cattle, discrete data, genetic parameter, Gibbs sampling, Monte Carlo method

Introdução

As características de crescimento e reprodutivas são fundamentais para o melhoramento genético de bovinos de corte, pois são elas que irão determinar a eficiência econômica do sistema de produção, pois interferem diretamente no intervalo de gerações, podem limitar a intensidade de seleção e estão diretamente relacionadas ao lucro da atividade. Neste contexto, os pesos corporais medidos em diferentes idades ganham destaque como critério de seleção, uma vez que apresentam herdabilidades que variam de médias a altas e proporcionam maiores ganhos genéticos por geração. O perímetro escrotal, por ser de fácil mensuração, é a característica reprodutiva que se destaca por estar associado à fertilidade e por correlacionar-se favoravelmente com as características reprodutivas das fêmeas (Boligon et al., 2007; Siqueira et al., 2013).

Características de escores visuais têm sido utilizadas também como critério de seleção nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte, para identificar animais com maior precocidade de terminação, melhor musculatura e conformação frigorífica, e sem tamanho excessivo à maturidade (Faria et al., 2009; Weber et al., 2009). Salienta-se também que as avaliações visuais podem ser realizadas em grande número de animais mais jovens, além de ser mais ágil e de menor custo (Boligon e Albuquerque, 2010). A seleção com base nas avaliações visuais pode ser efetiva, em decorrência das herdabilidades serem de média a moderada magnitude (dal Farra et al., 2002; Koury Filho, 2005; Kippert et al., 2006; Faria et al., 2008).

Entretanto, para se obter sucesso em programas de melhoramento genético dos pesos corporais, perímetro escrotal e escores de avaliação visuais, são necessárias estimativas acuradas e precisas, obtidas por meio de modelos que refletem o comportamento biológico dessas características (Faria et al., 2007). Neste sentido, os métodos bayesianos podem contornar muitas situações problemáticas que ocorrem com o emprego da máxima verossimilhança restrita, como distribuição não normal das variáveis. Dessa forma, análises bayesianas tornam-se alternativas das análises, em razão da sua grande flexibilidade em relação aos tradicionais modelos (Gianola e Fernando, 1986) e mesmo a respeito das inferências que podem ser realizadas a partir dos resultados (Blasco, 2001). Gianola e Foulley (1983) desenvolveram o modelo de limiar para avaliação genética de dados categóricos, como os escores visuais. Posteriormente, van Tassel et al. (1998) tornaram possíveis as análises multicaracterísticas que relacionam dados contínuos e categóricos.

Outro ponto de grande importância no processo de avaliação genética é o conhecimento da tendência genética das características, independente de elas serem incluídas ou não no índice de seleção. Estimar as tendências genéticas das características em uma população permite visualizar a eficiência da seleção e assegurar que a pressão de seleção seja direcionada para as características de importância econômica, além de auxiliar na definição dos objetivos de seleção (Weber et al., 2009).

Objetivou-se neste estudo estimar os componentes de (co)variância, as herdabilidades e as tendências genéticas e fenotípicas dos pesos corporais, perímetro escrotal e escores de avaliação visual em rebanhos da raça Guzará.

Material e Métodos

Os dados utilizados neste estudo foram fornecidos pela Associação Brasileira de Criadores de Zebu – ABCZ. O arquivo de dados continha animais nascidos de 1960 a 2013, em Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Goiás e Mato Grosso do Sul sendo a matriz de parentesco constituída de 272.440 indivíduos. Foram estudadas o peso corporal ao nascimento, pesos corporais às idades padrão (120, 205, 365, 450 e 550 dias de idade); perímetros escrotais padronizados para 205, 365, 450 e 550 dias de idade; e, os escores de avaliação visual compreendendo estrutura corporal (E), precocidade (P), musculosidade (M), umbigo (U), características raciais (R), aprumos (A) e sexualidade (S).

Os pesos corporais e os perímetros escrotais foram padronizados pela medida padrão (Yokoo et al., 2007): $MedP = M_a + D \times d_a$, em que M_a é a medida anterior à idade-padrão; d_a , o número de dias compreendidos entre a mensuração anterior e a idade-padrão; D é a razão da diferença entre as medidas posterior e anterior pelo número de dias entre as duas medidas, sendo D dado por $D = \frac{M_p - M_a}{I_p - I_a}$, em que; M_p , é a medida posterior à idade-padrão (peso ou perímetro escrotal); I_p , é a idade na medida posterior à idade-padrão; e I_a , é a idade na medida anterior à idade-padrão.

Os escores de avaliação visual (EPMURAS) foram obtidos para cada animal, porém relativos ao grupo de manejo em que o animal se encontra. Para isto, todo o lote era observado, para avaliar o perfil médio do grupo para cada característica, que representa a base para a comparação dos animais. Portanto, os escores são relativos aos grupos de manejo. Foram atribuídas notas de 1 a 6 às características E, P, M e U, em

que 6 foi a maior expressão da característica e 1 a menor expressão no grupo de manejo. Para as características R, A e S foram dadas notas de 1 a 4, sendo que a nota 4 foi atribuída ao animal muito bom, e 1 ao animal fraco no grupo de manejo (Koury Filho, 2001). Koury Filho (2001) e Josahkian et al. (2003) descrevem com maiores pormenores essas características (EPMURAS) avaliadas, cujos os conceito são apresentados resumidamente a seguir.

- Estrutura Corporal (E): prediz visualmente a área que o animal abrange visto de lado, avaliando-se basicamente o comprimento corporal e a profundidade das costelas. Maiores áreas correspondem a maiores escores.

- Precocidade (P): nesta avaliação os maiores escores são atribuídos aos animais de maior proporção da profundidade de costelas em relação à altura de seus membros. Animais jovens, muitas vezes, ainda não apresentam gordura de cobertura. Assim, nessa característica avaliam-se os animais baseando em proporções, identificando aqueles que irão depositar gordura de acabamento mais precocemente.

- Musculosidade (M): é avaliada pela evidência das massas musculares. Os animais mais “grossos” e com musculatura mais convexa, em relação à média do lote, recebem notas maiores. Por outro lado, os animais, mais “finos”, com musculatura menos convexas, retilíneas e até mesmo com concavidades pelo corpo, recebem notas menores.

- Umbigo (U): é avaliado a partir de seu tamanho e posicionamento devendo ser penalizados os indivíduos que apresentarem prolapso de prepúcio. A característica umbigo representa a prega umbilical na fêmea e o conjunto formado pela prega umbilical e bainha no macho. A avaliação é realizada a partir de uma comparação do tamanho e do posicionamento do umbigo, com a referência de possibilidades existentes na raça ou na população em questão. Para esta característica, buscam-se animais que possuam notas entre 3 e 4, uma vez que animais com umbigos muito longos ou muito próximos ao corpo não são desejados.

- Caracterização Racial (R): todos os itens previstos nos padrões raciais de cada raça devem ser considerados. O tipo racial é indicador comercial forte e tem valor de mercado, o que por si só, justifica sua inclusão em um programa de seleção.

- Aprumos (A): são avaliados pelas proporções, direções, angulações e articulações dos membros anteriores e posteriores.

- Sexualidade (S): busca-se masculinidade nos machos e feminilidade nas fêmeas, sendo que estas características deverão ser tanto mais acentuadas quanto maior a idade dos

animais avaliados. Avaliam-se os genitais externos, que devem ser funcionais, de desenvolvimento condizente com a idade cronológica.

A estruturação dos arquivos de dados foi realizada utilizando o “software” SAS (SAS 9.0). Na edição dos dados, eliminaram-se os animais cujas medidas estavam três desvios-padrão acima ou abaixo da média dos pesos corporais e perímetro escrotal, já para as características de escore visual foram mantidas todas as observações (Tabela 1). A definição dos grupos contemporâneos foi estabelecida pelas seguintes variáveis: ano de nascimento, época de nascimento (outubro a março e abril a setembro), sexo e regime alimentar aos 205, 365 e 550 dias de idade. Foram eliminados os grupos contemporâneos que continham menos de três animais para todas as características avaliadas.

Os componentes de variância e as herdabilidades foram estimados mediante análise bayesiana unicaracterística, com o modelo animal linear para as características de pesos corporais e perímetros escrotais; e modelo animal não linear (“threshold”) para as características de escore corporal (EPMURAS), utilizando o software THRGIBBS1F90 (Misztal et al., 2002). As estimativas *a posteriori* foram obtidas com a utilização do aplicativo POSTGIBBSG90 (Misztal et al., 2002). O modelo completo pode ser representado em notação matricial como $Y = X\beta + Z_a a + Z_m m + \varepsilon$, em que: Y é o vetor das características mensuradas ou observadas; β é o vetor dos efeitos fixos; a é o vetor dos efeitos genéticos aditivos diretos; m é o vetor dos efeitos genéticos aditivos maternos; ε é o vetor dos efeitos residuais; e X , Z_a e Z_m , são as matrizes de incidência relacionadas a β , a , m , respectivamente. Considerou-se que $E[y] = X\beta$, $Var(a) = A \otimes \Sigma_a$, $Var(m) = A \otimes \Sigma_m$ e $Var(e) = I_N \otimes \Sigma_e$, em que: Σ_a é a matriz de covariâncias genéticas aditivas; Σ_m é a matriz de covariâncias genéticas maternas; Σ_e é a matriz de covariâncias residuais; A é a matriz de parentesco; I é matriz identidade; N é o número de animais com registro; e $\otimes$ denota o produto direto entre as matrizes. Considerou-se que os vetores a , m e ε são independentes. A idade do animal à mensuração foi considerada como covariável para as características de escores visuais.

Tabela 1. Estrutura do arquivo de dados, de bovinos da raça Guzerá

Característica ¹	Nº de animais	Média	Desvio-Padrão	Nº GC
PN (kg)	103.123	30,50	3,78	682
P120 (kg)	60.145	120,56	29,12	1.625
P205 (kg)	84.322	181,68	44,07	1.175
P365 (kg)	63.605	247,21	68,99	1.227
P450 (kg)	36.948	276,75	80,20	1.552
P550 (kg)	38.245	312,91	88,53	1.049
PE205 (cm)	1.180	18,21	2,69	132
PE365 (cm)	2.958	21,97	2,48	194
PE450 (cm)	1.742	24,72	3,24	152
PE550 (cm)	1.558	28,15	3,92	160
Estrutura Corporal (E)	36.139	4,22	0,96	573
Precocidade (P)	36.139	4,06	0,92	573
Musculosidade (M)	36.139	3,81	0,95	573
Umbigo (U)	36.137	3,10	0,94	573
Característica Racial (R)	19.787	3,28	0,68	443
Aprumos (A)	19.787	3,18	0,53	443
Sexualidade (S)	19.787	3,45	0,57	443

¹PN = Peso corporal ao nascimento; P120, P205, P365, P450 e P550 = Peso corporal padronizado para os 120, 205, 365, 450 e 550 dias de idade, respectivamente; PE205, PE365, PE450, e PE550 = Perímetro escrotal padronizado para os 205, 365, 450 e 550 dias de idade, respectivamente; Nº GC – número de grupos contemporâneos.

No modelo de limiar, considerou-se que a escala subjacente apresentava distribuição normal contínua, representada por: $U | \theta \sim N(W\theta, I\sigma_e^2)$, em que U é o vetor da escala base de ordem r ; $\theta' = (\beta', a', m')$ é o vetor dos parâmetros de locação de ordem s , com β' definido sob o ponto de vista frequentista como efeitos fixos e ordem s , com a' e m' como efeitos aleatórios genéticos aditivos direto e materno; W é a matriz de incidência conhecida, de ordem r por s ; I é a matriz de identidade de ordem r ; e σ_e^2 é a variância residual. Quando se considera que a variável na distribuição subjacente não é observável, a parametrização $\sigma_e^2 = 1$ é geralmente adotada para que se possa identificá-la na função de verossimilhança (Gianola e Sorensen, 2002). Tal pressuposição é padrão em análises para dados categóricos em modelo de limiar.

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

$$y_i = \begin{aligned} &(1) t_0 < U_i \leq t_1; \\ &(2) t_1 < U_i \leq t_2; \\ &(3) t_2 < U_i \leq t_3; \\ &(4) t_3 < U_i \leq t_4; \\ &(5) t_4 < U_i \leq t_5; \\ &(6) t_5 < U_i \leq t_6, \text{ para } i = 1, \dots, n; \end{aligned}$$

em que: n é o número de observações. Após as especificações dos limiares t_0 a t_6 , é necessário que um dos limiares (de t_1 a t_5) seja ajustado a uma constante arbitrária.

Nas análises unicaracterística que foram realizadas sob enfoque bayesiano, os vetores β , a e m são parâmetros de locação de uma distribuição condicional $y | \beta, a, m$. Foi considerado, a priori, que β tem distribuição uniforme que reflete um conhecimento prévio vago sobre esse vetor. Considera-se que os componentes têm distribuições *Wishart* invertida, padrão adotado no programa THRGIBBS1F90 (Misztal et al., 2002). Assim, a distribuição de y , dados os parâmetros de locação e escala, foi considerada como: $y | \beta, a, m, R \sim N [X\beta + Za + Zm + IR]$.

Na implementação da amostragem de Gibbs o comprimento das cadeias foi considerado de 550 mil ciclos, em que os primeiros 50 mil foram descartados. As amostras foram armazenadas a cada 100 ciclos. O período de descarte e o intervalo de amostragem foram estabelecidos empiricamente. A convergência foi verificada com a inspeção gráfica, valores amostrados versus iterações, e com o critério proposto por Geweke (1992). Este critério foi estimado por meio do pacote estatístico *Bayesian Output Analysis* (BOA) do programa R (R CORE TEAM, 2014). Para todas as características, as médias das distribuições *a posteriori*, estimadas em cada uma das análises, foram usadas para a estimação da herdabilidade média *a posteriori*.

Para determinação da tendência genética e fenotípica das características avaliadas, foram utilizados os valores correspondentes às médias aritméticas dos valores genéticos e fenotípicos de cada grupo de animais, dentro de seu respectivo ano de nascimento, ponderadas pelo número de observações, obtidas pelo procedimento PROC REG (SAS 9.0), com uso da seguinte equação: $Y_i = b_0 + b_1 x_i + \varepsilon_i$, em que Y_i é o valor genético ou fenotípico para as características avaliadas do i -ésimo ano de nascimento; b_0 é o intercepto; b_1 é o coeficiente angular da reta; x_i é o i -ésimo ano de nascimento; e o ε_i é o erro aleatório.

Resultados e Discussão

De acordo com as análises das médias *a posteriori* geradas com o programa POSTGIBBSF90, o período de “burn-in” (50.000 iterações) foi suficiente para determinar convergência das amostras pelo critério de Geweke (1992). Para todas as características avaliadas, as estimativas das médias, modas e medianas, dos componentes de variância foram bem próximas, o que indica simetria das distribuições *a posteriori* (Tabelas 2, 3 e 4), com exceção do PE550. Avaliando estas estimativas, que possibilitam maior conhecimento das densidades *a posteriori*, percebe-se que as distribuições estão bem próximas da distribuição normal. De acordo com Sorensen et al. (1995), espera-se que as estimativas da média, moda e mediana não sejam muito próximas para algumas características, uma vez que a distribuição *a posteriori* dos parâmetros genéticos pode assumir distribuição *Wishart* Invertida, portanto não é necessário que as medidas de tendência central sejam semelhantes.

Os limites dos intervalos de credibilidade de 95% para as estimativas das herdabilidades direta e materna foram altos para algumas características. No entanto, as médias *a posteriori* das herdabilidades sugerem que essas características devem responder bem à seleção individual uma vez que as herdabilidades foram de magnitude moderadas a altas. Deve-se ressaltar que os valores iniciais dos componentes de variância e número de fenotípicos não foram suficientes para aquelas características que apresentaram altos intervalos de credibilidade. Observou-se que os Erros de Monte Carlo para todas as características avaliadas foram pequenos. O Erro de Monte Carlo é considerado pequeno quando o seu valor somado à estimativa média de distribuição *a posteriori*, não altera o valor dessa estimativa quando arredondado para a segunda casa decimal. (Faria et al., 2009). Portanto, pode-se inferir que o modelo bayesiano foi eficiente para obter estimativas dos parâmetros genéticos para as características avaliadas.

Tabela 2. Estimativas das variâncias genéticas aditivas direta (σ_d^2) e materna (σ_m^2), (co)variância direta x materna (σ_{dm}), variância de ambiente (σ_e^2), variância fenotípica (σ_p^2), herdabilidade direta (h_d^2) e herdabilidade materna (h_m^2) para os pesos corporais as idades padrão

Característica ¹		σ_d^2	σ_m^2	σ_{dm}	σ_e^2	σ_p^2	h_d^2	h_m^2
PN	Média	5,30	3,16	-2,11	5,49	13,95	0,38	0,23
	Moda	5,25	3,16	-2,11	5,51	13,96	0,36	0,22
	Mediana	5,29	3,14	-2,09	5,49	13,95	0,38	0,23
	DP	0,20	0,11	0,14	0,11	0,18	0,01	0,01
	EMC	0,0067	0,0052	0,0040	0,0035	0,0069	0,0003	0,0001
	IC(95%)	4,93 a 5,71	2,94 a 3,36	-2,38 a 1,85	5,29 a 5,71	13,59 a 14,29	0,36 a 0,40	0,22 a 0,24
P120	Média	312,31	142,69	-139,08	235,60	690,60	0,45	0,21
	Moda	312,10	143,70	-142,10	235,20	688,50	0,44	0,20
	Mediana	312,00	142,70	-139,10	235,60	690,50	0,45	0,21
	DP	15,40	8,22	10,57	8,19	13,86	0,02	0,01
	EMC	0,7674	0,5893	0,4605	0,3882	0,7544	0,0007	0,0005
	IC(95%)	282 a 342	126 a 158	-159 a -118	218 a 251	662 a 716	0,42 a 0,48	0,19 a 0,22
P205	Média	532,66	248,49	-212,86	524,43	1305,57	0,41	0,19
	Moda	529,50	251,00	-215,70	524,30	1303,20	0,38	0,18
	Mediana	532,40	248,30	-212,60	524,50	1304,90	0,41	0,19
	DP	22,30	11,22	14,27	11,70	19,43	0,01	0,01
	EMC	0,9228	0,7163	0,5566	0,4709	0,9316	0,0005	0,0003
	IC(95%)	490 a 578	227 a 271	-241 a -185	502 a 548	1267 a 1342	0,38 a 0,43	0,18 a 0,20
P365	Média	981,23	427,61	-302,17	1074,64	2483,49	0,39	0,17
	Moda	1015,00	425,30	-318,30	1084,00	2493,70	0,40	0,18
	Mediana	979,70	428,10	-302,10	1075,00	2482,55	0,39	0,17
	DP	46,65	24,26	30,29	24,90	40,65	0,01	0,01
	EMC	2,3805	1,6732	1,3977	1,2276	2,2044	0,0007	0,0004
	IC(95%)	891 a 1071	377 a 472	-361 a -245	1024 a 1120	2408 a 2564	0,37 a 0,42	0,16 a 0,19
P450	Média	1445,62	638,52	-346,32	1568,83	3652,96	0,40	0,17
	Moda	1460,00	627,10	-353,50	1570,00	3657,60	0,37	0,17
	Mediana	1446,00	638,25	-344,80	1564,00	3652,50	0,40	0,17
	DP	89,24	49,73	61,83	48,94	79,95	0,02	0,01
	EMC	6,8745	5,8318	4,3554	3,5483	7,0821	0,0012	0,0009
	IC(95%)	1269 a 1617	546 a 739	-470 a -228	1476 a 1665	3501 a 3818	0,36 a 0,43	0,15 a 0,20
P550	Média	1609,07	646,91	-414,02	1509,19	3765,16	0,43	0,17
	Moda	1576,00	651,00	-390,10	1490,00	3748,20	0,41	0,18
	Mediana	1607,00	645,80	-412,25	1509,00	3761,95	0,43	0,17
	DP	87,55	43,91	54,71	46,65	72,85	0,02	0,01
	EMC	5,5315	4,2355	3,0211	2,8418	5,2005	0,0010	0,0006
	IC(95%)	1449 a 1793	565 a 732	-520 a -306	1419 a 1599	3619 a 3903	0,39 a 0,46	0,15 a 0,19

¹PN = Peso corporal ao nascimento; P120, P205, P365, P450, P550 = Peso corporal padronizado aos 120, 205, 365, 450 e 550 dias de idade; DP = Desvio-padrão; EMC = Erro de Monte Carlo; IC(95%) = Intervalo com 95% de credibilidade.

As variâncias genéticas aditivas diretas estimadas dos pesos corporais às idades padrão (Tabela 2) evidenciam a existência de grande variabilidade genética. A proporção da variância fenotípica explicada pela variância genética direta variou de 38 a 45% para os pesos corporais às idades padrão, enquanto a variância ambiental variou de 34 a 43%, demonstrando que a variância genética tem grande influência sobre a expressão dessas características. Weber et al. (2009) e Souza et al. (2007) observaram

que a variância genética e de ambiente explicaram 24 a 27% da variância fenotípica, valores menores do que os obtidos neste estudo, mas que indicam a importância dos fatores de meio para a expressão destas características.

Para os pesos corporais padronizados ao nascimento, aos 120 e aos 205 dias de idade, as estimativas da herdabilidade materna foram 0,23, 0,21, 0,19, respectivamente; e para os pesos corporais pós-desmama (aos 365, 450 e 550 dias de idade) foram 0,17. Estes resultados foram maiores do que os obtidos por Siqueira et al. (2003) e Yokoo et al. (2007) que utilizaram o método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML) em bovinos da raça Nelore. Observa-se que para os pesos corporais avaliados na fase pré-desmama há maior influência materna, por ser mais efetiva neste período. No entanto, apesar da menor influência materna nos pesos corporais após a desmama, estes continuam presentes (Laureano et al., 2011). Aliada a este fato, a expressão da habilidade materna sobre o desempenho do bezerro pode ser confundida com o potencial genético do crescimento do bezerro (Dias et al., 2005). Segundo Wilham (1972), citado por Barichello et al. (2010), o efeito materno contribui para o valor fenotípico por meio dos genes provenientes da mãe e, segundo Meyer (1992) e Pires e Lopes (2001) a não inclusão do efeito materno nas avaliações genéticas pode resultar em superestimativa do efeito genético aditivo.

As herdabilidades diretas foram de alta magnitude para todos os pesos corporais avaliados nas idades padrão, e as herdabilidades maternas de magnitude mediana. As herdabilidades maternas diminuem com o aumento da idade do animal uma vez que os efeitos maternos diminuem com o avançar da idade do animal. As magnitudes das estimativas de herdabilidade direta dos pesos corporais obtidos neste estudo são maiores do que as registrados por Boligon et al. (2008); Faria et al. (2008); Boligon et al. (2010), em análises multicaracterísticas, consequência direta do modelo utilizado na análise.

Verificou-se que a variância genética aditiva direta do PE205 (Tabela 3) foi baixa, representou 15,48% da variância fenotípica evidenciando a alta influência do ambiente sobre essa característica. As variâncias genéticas aditivas dos PE365 e PE550 representaram 62,59 e 60,32% da variância fenotípica, o que evidencia menor influência ambiental sobre o perímetro escrotal avaliado aos 365 e 550 dias de idade. A variância genética aditiva direta do PE450 representou apenas 32,32% da variância fenotípica.

Tabela 3. Estimativas das variâncias genéticas aditivas direta (σ_d^2) e materna (σ_m^2), (co)variância direta x materna (σ_{dm}), variância de ambiente (σ_e^2), variância fenotípica

(σ_p^2), herdabilidade direta (h_d^2) e herdabilidade materna (h_m^2) para os perímetros escrotais padronizadas para os 205, 365, 450 e 550 dias de idade

Característica ¹	σ_d^2	σ_m^2	σ_{dm}	σ_e^2	σ_p^2	h_d^2	h_m^2
PE205	Média	0,9978	0,8879	-0,7336	4,5610	6,4466	0,1530
	Moda	1,0040	1,0030	-1,0850	4,5130	7,0060	0,1831
	Mediana	0,9519	0,8295	-0,7491	4,5600	6,4106	0,1439
	DP	0,4183	0,3986	0,4105	0,3694	0,5140	0,0566
	EMC	0,0597	0,0555	0,0536	0,0381	0,0651	0,0078
	IC(95%)	0,34 a 1,69	0,30 a 1,72	-1,37 a 0,03	3,82 a 5,27	5,46 a 7,39	0,06 a 0,26
PE365	Média	3,8092	0,6156	-1,0769	1,6611	6,0859	0,6214
	Moda	3,4600	1,0280	-1,2710	1,6620	6,1505	0,6004
	Mediana	3,8455	0,6116	-1,1280	1,6435	6,1457	0,6287
	DP	0,7127	0,2675	0,4242	0,3804	0,5414	0,0779
	EMC	0,0973	0,0369	0,0569	0,0503	0,0713	0,0106
	IC(95%)	2,40 a 5,17	0,15 a 1,08	-1,72 a 0,17	0,92 a 2,41	4,91 a 7,03	0,08 a 0,77
PE450	Média	2,8861	1,3257	-0,6234	4,7181	8,9298	0,3197
	Moda	2,3070	1,1440	-1,0250	4,7070	8,8430	0,1955
	Mediana	2,5580	1,3150	-0,6592	4,8490	8,9390	0,2883
	DP	1,1409	0,4863	-0,4631	0,6358	0,5928	0,1123
	EMC	0,1512	0,0655	0,0666	0,0767	0,0757	0,0146
	IC(95%)	1,24 a 5,25	0,35 a 2,17	-1,40 a 0,23	3,34 a 5,75	7,81 a 10,04	0,15 a 0,56
PE550	Média	7,0102	0,9436	-0,3093	3,6680	11,6218	0,5984
	Moda	10,0100	1,0270	-1,2070	3,5880	10,9720	0,7089
	Mediana	6,8760	0,8480	-0,3717	3,6770	11,5703	0,6021
	DP	1,7195	0,5221	0,4783	0,9911	0,7728	0,1194
	EMC	0,2179	0,0664	0,0656	0,1157	0,0909	0,0148
	IC(95%)	3,92 a 10,19	0,26 a 1,99	-1,16 a 0,57	1,85 a 5,60	10,19 a 13,17	0,37 a 0,80

¹PE205, PE365, PE450, PE550 = Perímetro escrotal padronizado para 205, 365, 450 e 550 dias de idade; DP = Desvio-padrão; EMC = Erro de Monte Carlo; IC(95%) = Intervalo com 95% de credibilidade.

Os efeitos maternos explicaram somente 13,77, 10,12, 14,85, 8,12% da variância fenotípica do PE205, PE365, PE450 e PE550, respectivamente. Barichello et al. (2010) observaram valores de variância genética aditiva direta de 13,04%, quando foi considerado no modelo o efeito materno para a perímetro escrotal avaliado aos 225 dias de idade em bovinos da raça Canchim. Barbosa et al. (2010) avaliaram o perímetro escrotal medido aos 450 aos 570 dias de idade em bovinos da raça Nelore e observaram que a variância genética aditiva direta para essa característica representou 61,44% da variância fenotípica. A partir destes resultados, pode-se afirmar que a variância genética aditiva do perímetro escrotal representa maior porcentagem da variação fenotípica quando avaliada em idades acima dos 365 dias de idade.

A estimativa de herdabilidade direta do perímetro escrotal aos 205 dias de idade foi baixa (Tabela 3) e indica que pouca variação desta característica deve-se aos efeitos genéticos aditivos e pouco progresso por meio de seleção desta característica será obtido. Boligon et al. (2011a) estimaram herdabilidade para o perímetro escrotal aos 270, 365 e 450 dias de idade, em bovinos Nelore, e obtiveram valores de 0,39, 0,41 e

0,44, respectivamente que foram bem maiores do que os observados neste estudo. Estes autores observaram estimativas de herdabilidade do perímetro escrotal aos 12 e 15 meses de idade foram mais elevadas do que obtida aos nove meses, o que implica que, se considerar a mesma intensidade de seleção em todas as idades, a resposta à seleção para perímetro escrotal será maior se praticada após os 12 meses de idade.

As herdabilidades diretas do perímetro escrotal aos 365, 450 e 550 dias de idade foram de magnitudes altas (0,6214, 0,3197 e 0,5984, respectivamente) indicando grande participação da variação genética aditiva na transmissão dessas características. Observa-se que a estimativa de herdabilidade direta do PE450 dias foi menor do que as observadas para a PE365 e PE550 dias, o que pode ter ocorrido em razão da menor quantidade de dados medidos aos 450 dias de idade, o que teria influenciado no aumento da variância de ambiente, e, conseqüentemente, diminuição da herdabilidade.

Estimativas de herdabilidade do perímetro escrotal são maiores do que as relatadas por Yokoo et al. (2007); Boligon e Alburquerque (2010); Laureano et al. (2011); Araújo et al. (2012). Barbosa et al. (2010) avaliaram bovinos da raça Nelore, em análises uni e bicaracterísticas, por metodologia bayesiana, obtiveram valores de herdabilidade do perímetro escrotal de animais com idades de 450 a 570 dias iguais a 0,61, sugerindo que a seleção pode promover mudanças genéticas nos objetivos nestas características.

Frizzas et al. (2008), ao estimarem parâmetros genéticos em bovinos da raça Nelore, obtiveram valores de herdabilidade do perímetro escrotal aos 365 e 540 dias de idade de 0,29 e 0,42, respectivamente, e Yokoo et al. (2007) obtiveram valores de herdabilidade de 0,48, 0,53 e 0,42, para perímetro escrotal padronizado aos 365, 450 e 550 dias de idade, também com animais da raça Nelore. Isto indica que o perímetro escrotal aos 450 dias de idade apresenta maior resposta à seleção. Os autores sugerem que aos 365 dias de idade, poucos animais já entraram na puberdade, ao passo que aos 550 dias de idade, a maior parte desses animais já deve ter atingido este estágio de desenvolvimento, o que, de alguma forma, pode diminuir as diferenças genéticas entre os animais. É importante ressaltar que os resultados obtidos neste estudo referem-se a diferentes raças, com diversas formas de mensuração dos dados, em varias idades, empregando diferentes equipamentos e técnicos. Além de diferentes metodologias usadas na estimação dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos dessas características.

As variâncias genéticas aditivas diretas da estrutura corporal (E), precocidade (P), musculosidade (M), umbigo (U), características raciais (R), aprumos (A) e sexualidade (S) explicaram 32,88, 29,33, 31,52, 37,97, 34,08, 38,89 e 45,94% da variância fenotípica, enquanto a variação ambiental representou de 51,51, 57,54, 54,42, 47,30, 58,76, 46,60 e 36,08%, respectivamente (Tabela 4). Esta grande influência dos fatores de meio pode ser atribuída em parte, pela forma subjetiva de avaliação e pelo uso de diferentes avaliadores. Apesar desta influência ambiental, a partir das estimativas de herdabilidade apresentados para todas as características (E, P, M, U, R, A e S), verifica-se que fração importante da variação fenotípica pode ser atribuída a causas genéticas e, portanto, esperam-se progressos genéticos expressivos nestas características como resposta à seleção. Koury Filho et al. (2009) observaram que a variância genética aditiva direta de estrutura corporal (E) explicou 23,65% da variância fenotípica e para precocidade (P) e musculosidade (M) explicou 62,78 e 47,88%, respectivamente. É importante ressaltar que estes autores não incluíram o efeito genético materno no modelo de avaliação genética e, segundo Meyer (1992), Eler et al. (1995), Pires e Lopes (2001) e Barichello et al. (2010), pode haver superestimação da variância genética aditiva direta e, consequentemente, em superestimação da herdabilidade direta das características.

As estimativas de herdabilidade para E (0,3326), P (0,2966) e M (0,3193) indicam alta variabilidade genética entre os diferentes biótipos ou em características. Faria et al. (2009), ao avaliarem bovinos da raça Nelore sob enfoque bayesiano e considerando o efeito materno no modelo, estimaram herdabilidades para E (0,68), P (0,65) e M (0,62) maiores do que os obtidos neste trabalho. Segundo Koury Filho et al. (2009) as herdabilidades do P (0,63), E (0,24) e M (0,48) indicam maiores valores para P e M maiores respostas do que aquelas obtidas para peso corporal. Assim esperam-se maiores respostas a seleção para essas características em relação à seleção para peso corporal.

Tabela 4. Estimativas das variâncias genéticas aditivas direta (σ_d^2) e materna (σ_m^2), (co)variância direta x materna (σ_{dm}), variância de ambiente (σ_e^2), variância fenotípica (σ_p^2), herdabilidade direta (h_d^2) e herdabilidade materna (h_m^2) para os escores visuais EPMURAS

Característica ¹		σ_d^2	σ_m^2	σ_{dm}	σ_e^2	σ_p^2	h_d^2	h_m^2
E	Média	0,6121	0,2901	-0,3050	0,9590	1,8616	0,3326	0,1574
	Moda	0,6259	0,2853	-0,3093	1,0050	1,9156	0,3035	0,1742
	Mediana	0,6162	0,2897	-0,3033	0,9400	1,8417	0,3318	0,1569
	DP	0,0316	0,0341	0,0335	0,2042	0,2174	0,0358	0,0223
	EMC	0,0014	0,0039	0,0035	0,0030	0,0052	0,0008	0,0018
	IC(95%)	0,55 a 0,67	0,22 a 0,36	-0,37 a -0,24	0,60 a 1,37	1,46 a 2,29	0,26 a 0,40	0,12 a 0,20
P	Média	0,4742	0,2121	-0,2117	0,9301	1,6165	0,2966	0,1325
	Moda	0,4627	0,2025	-0,2111	0,9215	1,5579	0,2695	0,1342
	Mediana	0,4734	0,2105	-0,2310	1,0070	1,6073	0,2948	0,1313
	DP	0,0253	0,026	0,0252	0,1734	0,1808	0,0328	0,0200
	EMC	0,0013	0,0032	0,0027	0,0026	0,0041	0,0008	0,0018
	IC(95%)	0,42 a 0,52	0,16 a 0,26	-0,26 a -0,16	0,60 a 1,29	1,28 a 1,99	0,24 a 0,36	0,09 a 0,17
M	Média	0,5493	0,2449	-0,2788	0,9483	1,7425	0,3193	0,1423
	Moda	0,5430	0,2485	-0,2768	1,0220	1,6313	0,3027	0,1266
	Mediana	0,5478	0,2449	-0,2789	0,9282	1,7248	0,3182	0,1417
	DP	0,0292	0,0297	0,0306	0,2069	0,2165	0,0370	0,0218
	EMC	0,0016	0,0035	0,0034	0,0029	0,0047	0,0008	0,0018
	IC(95%)	0,49 a 0,61	0,18 a 0,30	-0,34 a -0,22	0,57 a 1,37	1,35 a 2,19	0,25 a 0,39	0,10 a 0,18
U	Média	0,7241	0,2806	-0,2638	0,9019	1,9068	0,3817	0,1477
	Moda	0,7021	0,2895	-0,2655	1,0310	1,8224	0,3333	0,1429
	Mediana	0,7235	0,2808	-0,2633	0,8948	1,9000	0,3811	0,1474
	DP	0,03419	0,0356	0,0374	0,1406	0,1554	0,0291	0,0193
	EMC	0,0015	0,0043	0,0040	0,0020	0,0056	0,0008	0,0018
	IC(95%)	0,66 a 0,79	0,21 a 0,35	-0,337 a -0,19	0,62 a 1,17	1,61 a 2,22	0,32 a 0,44	0,11 a 0,19
R	Média	0,5884	0,1235	-0,1354	1,0145	1,7264	0,3420	0,0721
	Moda	0,5800	0,1006	-0,1262	1,0160	1,6122	0,3507	0,0627
	Mediana	0,5856	0,1198	-0,1304	0,9795	1,6956	0,3459	0,0705
	DP	0,0562	0,0327	0,0374	0,2058	0,2204	0,03995	0,0192
	EMC	0,0057	0,0046	0,0052	0,0041	0,0083	0,0023	0,0024
	IC(95%)	0,49 a 0,71	0,06 a 0,18	-0,21 a -0,07	0,74 a 1,40	1,38 a 2,12	0,27 a 0,42	0,04 a 0,11
A	Média	0,8190	0,3057	-0,2837	0,9814	2,1061	0,3909	0,1454
	Moda	0,8058	0,2987	-0,2804	1,0150	2,0394	0,4286	0,1284
	Mediana	0,8064	0,3017	-0,2763	0,9551	2,0833	0,3921	0,1445
	DP	0,0721	0,0587	0,0649	0,1772	0,2119	0,0353	0,0253
	EMC	0,0062	0,0082	0,0086	0,0035	0,0117	0,0019	0,0030
	IC(95%)	0,69 a 0,96	0,19 a 0,41	-0,40 a -0,17	0,68 a 1,31	1,75 a 2,53	0,32 a 0,46	0,10 a 0,19
S	Média	1,2885	0,5042	-0,3964	1,0120	2,8046	0,4599	0,1794
	Moda	1,2570	0,4932	-0,3845	1,0240	2,6864	0,4256	0,1748
	Mediana	1,2835	0,4536	-0,3645	1,0010	2,7845	0,4605	0,1778
	DP	0,1092	0,0890	0,0963	0,1288	0,2090	0,0285	0,0257
	EMC	0,0090	0,0122	0,0128	0,0025	0,0173	0,0019	0,0032
	IC(95%)	0,66 a 0,79	0,21 a 0,35	-0,34 a -0,19	0,62 a 1,17	1,61 a 2,22	0,32 a 0,44	0,11 a 0,19

¹E = Estrutura corporal; P = Precocidade; M = Musculosidade; U = Umbigo; R = Características raciais; A = Aprumos; S = Sexualidade; DP = Desvio-padrão; EMC = Erro de Monte Carlo; IC(95%) = Intervalo com 95% de credibilidade.

Em estudos também na raça Nelore, utilizando métodos bayesianos, Boligon et al. (2011b) estimaram valores de herdabilidade para P (0,20 e 0,32) e M (0,19 e 0,46) ao desmame e ao sobreano, respectivamente. Enquanto Koury Filho et al. (2010) ao utilizarem a metodologia da máxima verossimilhança restrita (REML) com animais também da raça Nelore obtiveram estimativas de herdabilidade para P (0,25 e 0,32) e para M (0,23 e 0,27) ao desmame e ao sobreano, respectivamente, que são semelhantes aos obtidos no presente estudo. Deve ser ressaltado, no entanto que, os autores consideram os efeitos genéticos maternos apenas para as características medidas ao desmame. Portanto, as estimativas de herdabilidade para P e M ao sobreano podem estar superestimadas uma vez que o efeito materno não foi considerado no modelo. Estes autores concluíram que, apesar das estimativas elevadas obtidas ao desmame, os escores visuais obtidos nesta idade podem não ser bem definidos e as diferenças genéticas entre os animais podem ser evidenciadas em idades subsequentes. Os autores acrescentam que a definição de uma única idade para avaliação visual dos animais ainda é precipitada. Um importante argumento é o fato de que a medida obtida ao desmame é interessante por causa da ausência de pré-seleção e ao sobreano as características morfológicas seriam avaliadas de acordo com o potencial genético do indivíduo já que a interferência do efeito materno é menor.

O valor estimado de herdabilidade para a característica U (0,3817) indica variação genética expressiva, e maior do que as relatadas por Koury Filho et al. (2003) de 0,29, em bovinos Nelore e Barichello et al. (2010) de 0,18, em todos os estudos foram considerados o efeito materno no modelo de avaliação. É importante lembrar que pelos valores de herdabilidade estimados para U, é possível modificar o tamanho do umbigo por seleção.

As herdabilidades maternas estimadas para E (0,1574), P (0,1325), M (0,1423) e U (0,1477) foram de magnitude mediana. Forni et al. (2007) observaram valores de herdabilidade materna para as conformação, precocidade e musculosidade de 0,12, 0,15 e 0,12, respectivamente. Valores estes próximos aos obtidos neste trabalho. Já Faria et al. (2009) obtiveram valores para o efeito materno menores que 3%. Estes autores destacaram que não incluíram os efeitos genéticos maternos nos modelos de avaliação genética em razão da dificuldade na obtenção da convergência da cadeia de Gibbs. Barichello et al. (2010), ao considerarem o modelo com efeito materno, encontraram valores de herdabilidade materna para o umbigo de 0,06, valor abaixo do encontrado neste estudo.

As herdabilidades obtidas para as características de R (0,3420), A (0,3909) e S (0,4599) também foram de alta magnitude demonstrando que a seleção para as características de escores visuais trará progresso genético para o rebanho. Para as herdabilidades maternas a característica R (0,1477), A (0,1454) e S (0,1794) foram de magnitude medianas, o que indica que o efeito materno foi mais importante para estas características avaliadas.

A tendência genética dos pesos corporais nas idades padrão foi crescente (Figura 1) para todas as características: PN (9g/ano), P120 (67g/ano), P205 (77g/ano), P365 (132g/ano), P450 (186g/ano) e P550 (184g/ano). Essa tendência genética representa ganho genético ao longo do período estudado de 396g para PN, 2948g para P120, 3388g para P205, 5808g para P365, 8184g para P450 e 8096g para P550. Maiores valores foram observados por Gonçalves et al. (2011) ao avaliarem bovinos da raça Nelore, que apresentaram tendências genéticas de 938,8, 1739,3 e 2221,2 g/ano, para os pesos corporais ajustados para aos 205, 365 e 550 dias de idade, respectivamente. Da mesma forma, Lira et al. (2013) encontraram tendência genética de 30,6, 358,4, 245, 136 e 350 g/ano, para as características de P120, P205, P365, P450 e P550, respectivamente. Estes autores ressaltam que a seleção para aumento dos pesos corporais pode gerar, ao longo dos anos, aumento nos custos de produção e, na idade ao abate e acabamento dos animais.

A tendência fenotípica dos pesos nas idades padrão foi maior do que a genética para PN (83 g/ano), P120 (1182 g/ano), P205 (1689 g/ano), P365 (1100 g/ano), P450 (1391 g/ano) e P550 (842 g/ano). As tendências fenotípicas refletem as mudanças genéticas e ambientais nas características na sua própria unidade de medida e possibilita verificar se estas mudanças foram favoráveis ao longo dos anos (Lacerda et al., 2014). As tendências fenotípicas positivas observadas no presente estudo evidenciam, em conjunto com os ganhos genéticos, que houve melhorias nas condições ambientais, com expressivas mudanças das características nos rebanhos de bovinos Guzerá dos estados brasileiros avaliados. A tendência genética representou 10,84, 5,66, 4,56, 12,00, 13,37 e 21, 85% da média fenotípica para PN, P120, P205, P365, P450 e P550, respectivamente indicando expressivo ganho genético. Destaca-se que, diferentemente das melhorias ambientais, o progresso genético é permanentemente incorporado aos rebanhos.

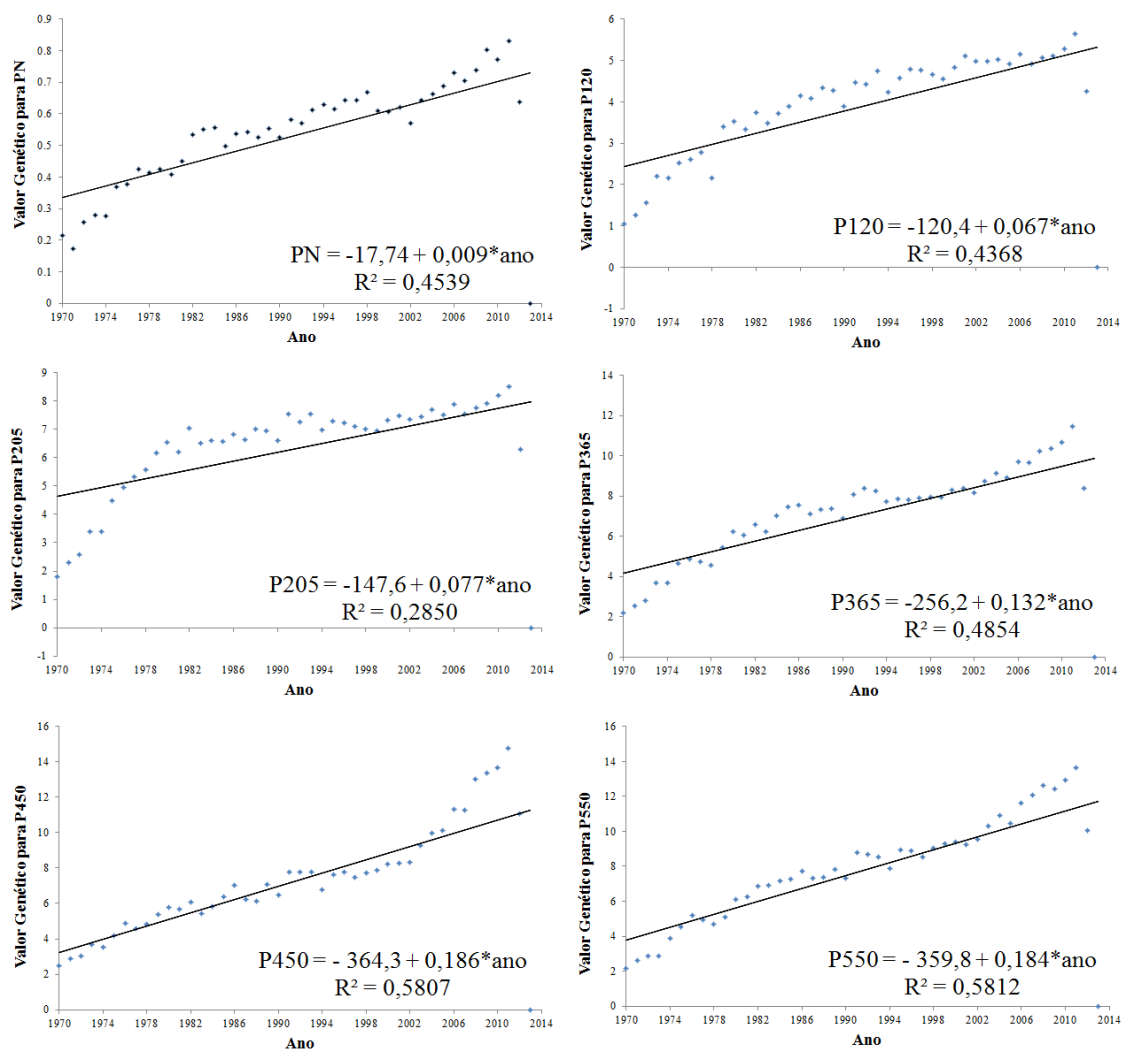


Figura 1. Tendência genética dos pesos corporais ajustados para as idades padrão (PN, P120, P205, P365, P450 e P550), em bovinos Guzerá, no período de 1970 a 2013.

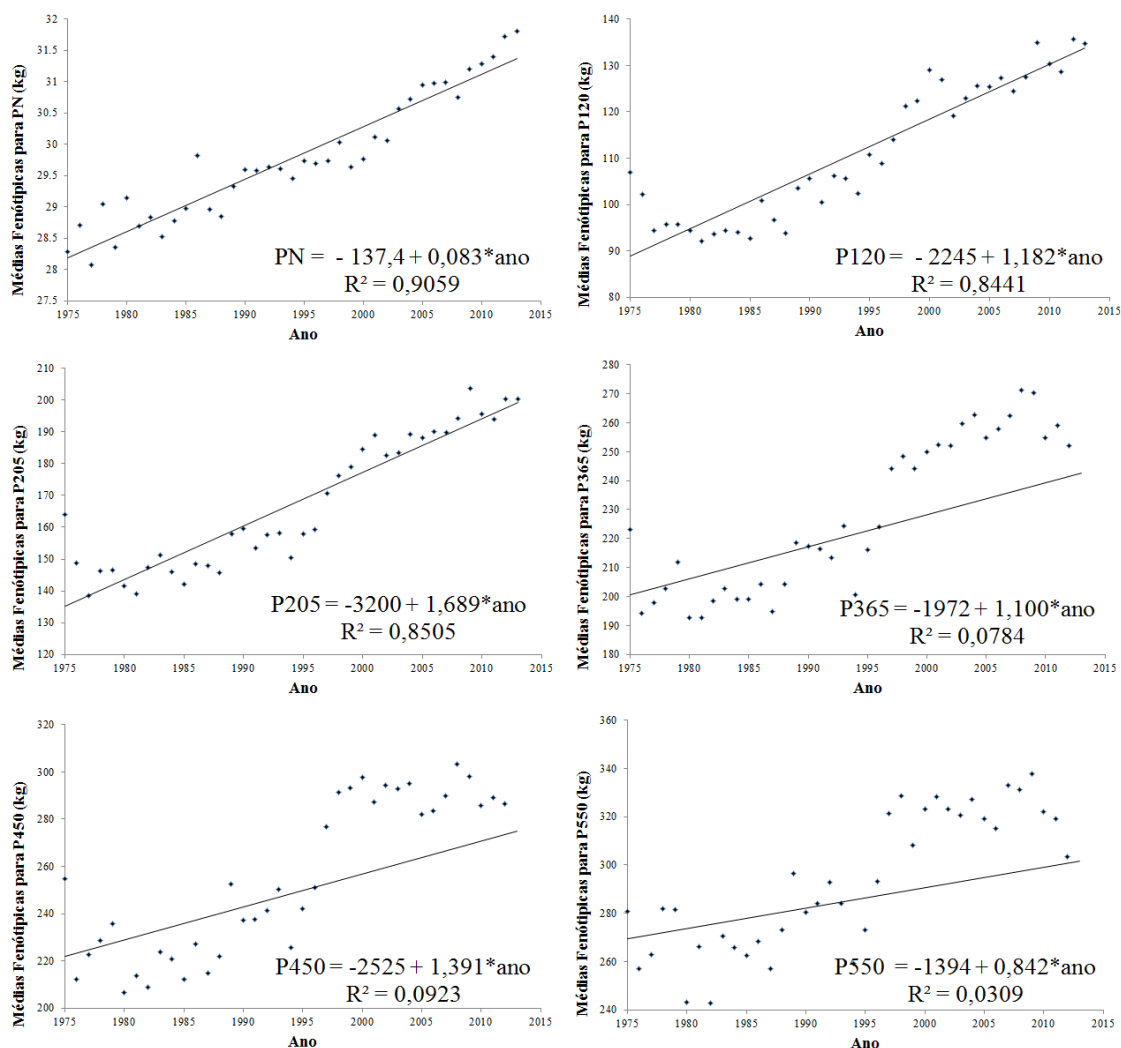


Figura 2. Tendência fenotípica para pesos corporais padronizados para as idades padrão (PN, P120, P205, P365, P450 e P550) em bovinos Guzerá, no período de 1970 a 2013.

Para o perímetro escrotal padronizado para os 205, 365, 450 e 550 dias de idade, as tendências genéticas diretas (Figura 3) foram 0,0229, 0,0311, 0,0349 e 0,0119 cm/ano, respectivamente. As tendências fenotípicas estimadas para o perímetro escrotal seguiu a tendência genética, apresentando tendência positiva para o perímetro escrotal ajustado aos 205 dias de idade e negativa para os outros perímetros avaliados. As tendências fenotípicas foram PE205 (0,151 cm/ano), PE365 (0,025 cm/ano), PE450 (0,090 cm/ano) e PE550 (0,055 cm/ano). Dessa forma deve-se dar maior enfoque para a característica de perímetro escrotal na seleção dos animais, uma vez que se observa que as tendências genéticas e fenotípicas estão decrescentes. De acordo com Bolingo et al. (2007) e Siqueira et al. (2013), o perímetro escrotal é uma característica reprodutiva que possui correlações favoráveis com a fertilidade, com as características reprodutivas nas

fêmeas e a precocidade do animal. Segundo Smith (1983), é possível obter taxa de mudança genética anual de 1 a 3% para perímetro escrotal.

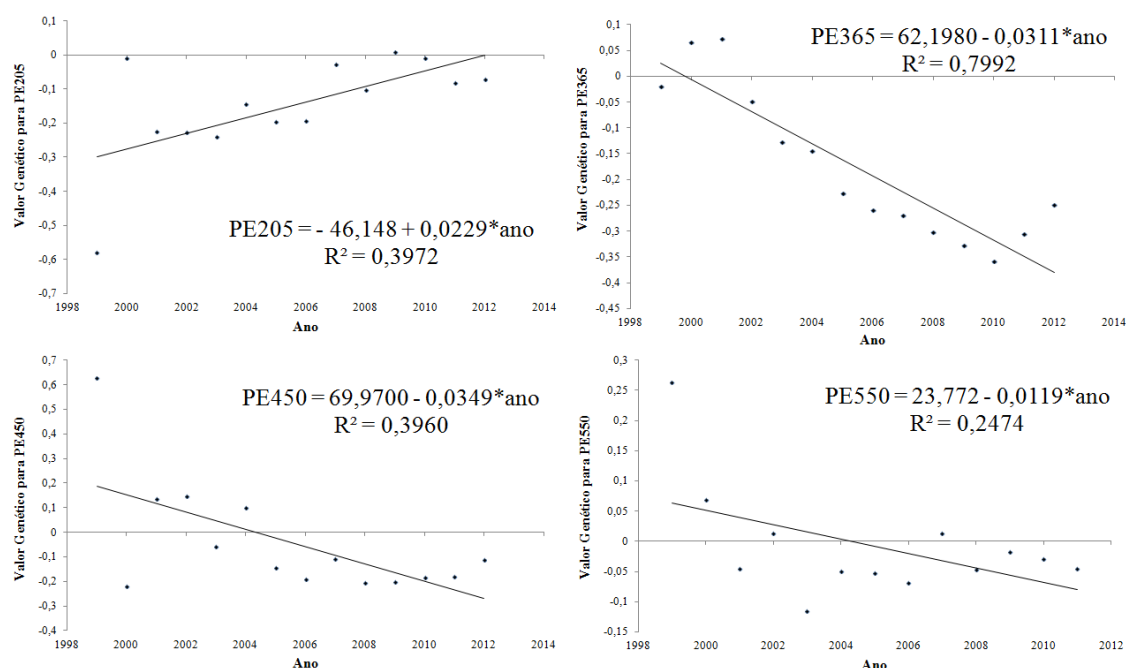


Figura 3. Tendência genética dos valores genéticos diretos para perímetro escrotal padronizado para as idades de 205, 365, 450 e 550, em bovinos Guzerá, no período de 1998 a 2013.

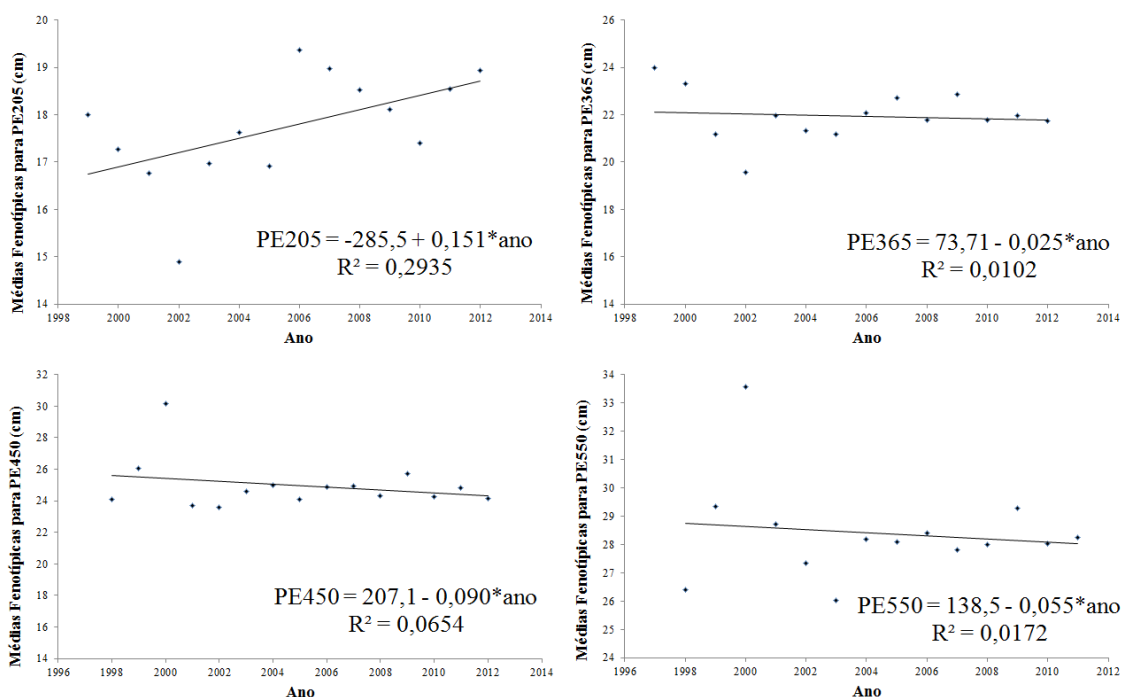


Figura 4. Tendência fenotípica para perímetro escrotal as idades de 205, 365, 450 e 550, de bovinos Guzerá, no período de 1998 a 2013.

As estimativas de tendências genéticas anuais dos escores visuais foram baixas: E (0,0044), P (0,0013), M (0,0039), U (0,002), R (0,0009), A (0,0056) e S (0,0071). Cabe ressaltar que estas características foram selecionadas apenas a partir de 2003. As tendências fenotípicas, no geral, foram também baixas e próximas entre si para todas as características de escores visuais estudadas: E (0,036 pontos/ano), P (0,0107 pontos/ano), M (0,0115 pontos/ano), U (0,0055 pontos/ano), R (0,0449 pontos/ano), A (0,0368 pontos/ano) e S (0,0039 pontos/ano). Para as características de E, P e M observam-se ganhos anuais fenotípicos discrepantes dos ganhos genéticos. A discrepância desses valores pode ser atribuída às diferenças entre avaliadores, à falta de consistência nos sistemas de avaliação ou, ainda, às condições favoráveis de meio onde estes animais foram criados.

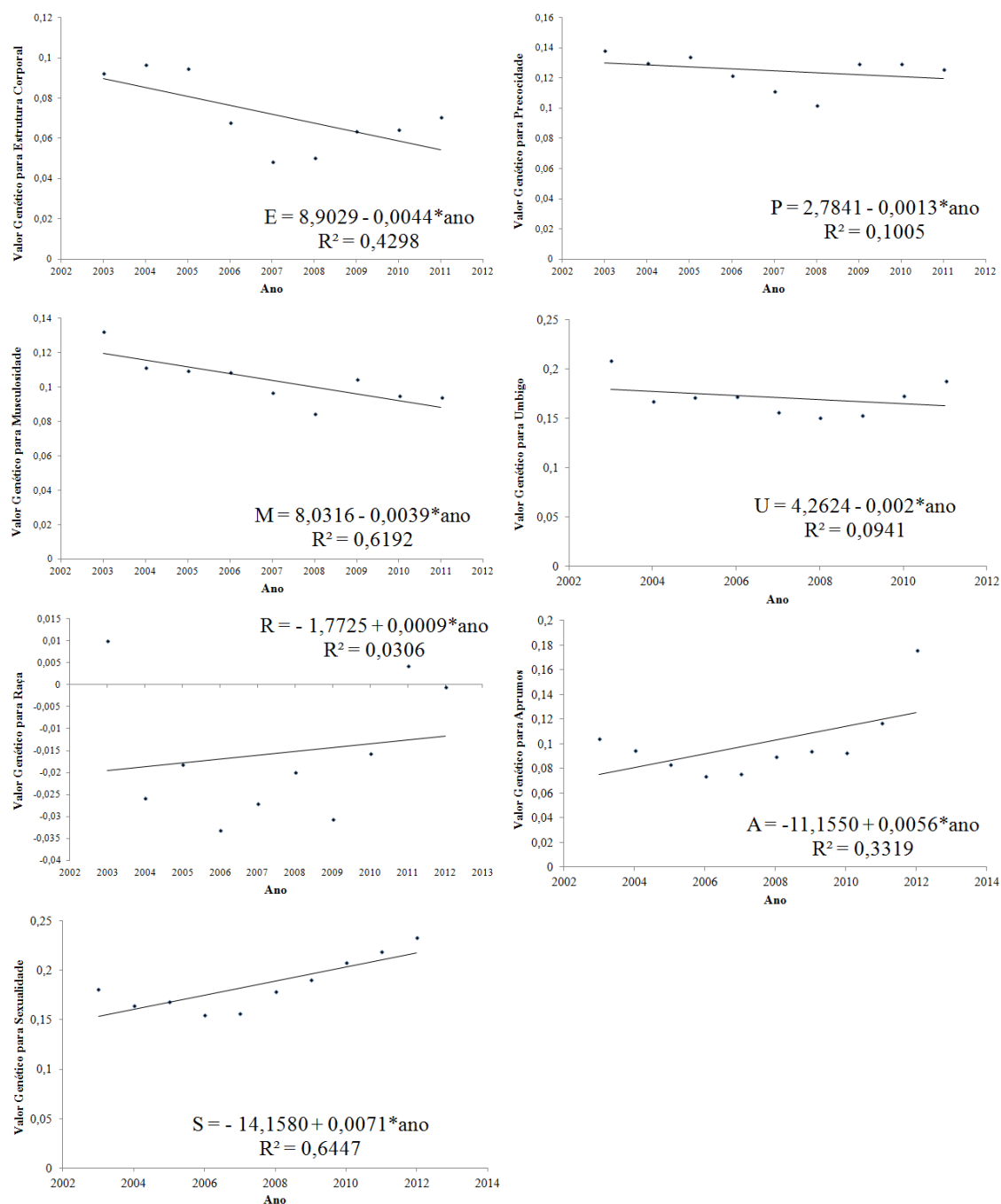


Figura 5. Tendência genética dos escores visuais de conformação corporal (EPMURAS) em bovinos Guzerá, no período de 2003 a 2013.

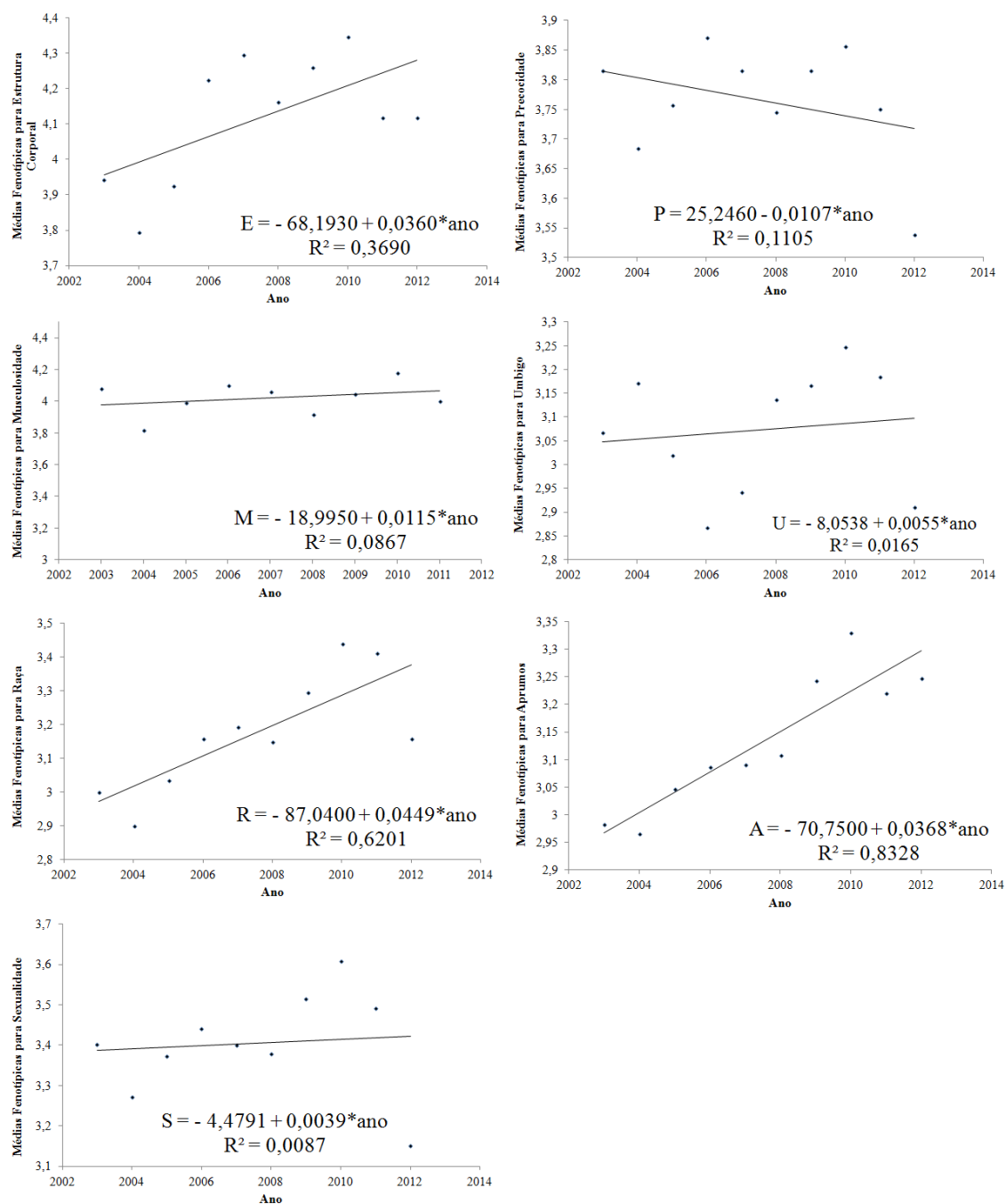


Figura 6. Tendência fenotípica para EPMURAS, de bovinos Guzerá, no período de 2003 a 2013.

Conclusão

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade para todas as características indicam considerável variação genética aditiva direta, o que mostra possibilidade de obtenção de ganho genético expressivo por meio de seleção.

As tendências genéticas para os pesos corporais indicam importante progresso genético utilizando esses critérios de seleção. Entretanto a tendência genética para as características de perímetro escrotal e escores visuais foram decrescentes, o que pode ser explicado devido ao pouco tempo de utilização dessas características como critério de seleção nos rebanhos de bovinos da raça Guzerá.

Agradecimento

Os autores agradecem à CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo suporte financeiro, e à ABCZ pela cessão dos dados.

Referências Bibliográficas

- BARBOSA, V.; MAGNABOSCO, C.U.; TROVO, J.B.F.; FARIA, C.U.; LOPES, D.T.; VIU, M.A.O.; LOBO, R.B.; MAMEDE, M.M.S. Estudo genético quantitativo de características de carcaça e perímetro escrotal, utilizando inferência bayesiana em novilhos Nelore. **Bioscience Journal**, v.26, n.5, p.789-797, 2010.
- BARICHELO, F.; ALENCAR, M.M.D.; TORRES JÚNIOR, R.A.D.A.; SILVA, L.O.C.D. Herdabilidade e correlações quanto a peso, perímetro escrotal e escores visuais à desmama, em bovinos Canchim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.6, p.563-570, 2010.
- BLASCO, A. The Bayesian controversy in animal breeding. **Journal of Animal Science**, v.79, n.8, p.2023-2046, 2001.
- BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N.; ALBUQUERQUE, L.G. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.565-571, 2007.
- BOLIGON, A.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; RORATO, P.R.N. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.596-601, 2008.
- BOLIGON, A.A.; MERCADANTE, M.E.Z.; FORNI, S.; LÔBO, R.B. Covariance functions for body weights from birth to maturity in Nelore cows. **Journal of Animal Science**, v.88, n.3, p.849-859, 2010.

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

BOLIGON, A.A.; BALDI, F.; ALBUQUERQUE, L.G.D. 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, 2011a.

BOLIGON, A.A.; MERCADANTE, M.E.Z.; ALBUQUERQUE, L.G. Genetic associations of conformation, finishing precocity and muscling visual scores with mature weight in Nelore cattle. **Livestock Science**, v.135, n.2, p.238-243, 2011b.

DAL FARRA, R.A.; ROSO, V.M.; SCHENKEL, F.S. Efeitos de ambiente e de heterose sobre o ganho de peso do nascimento ao desmame e sobre os escores visuais ao desmame de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1350-1361, 2002. (Suplemento).

DIAS, L.T.; ALBUQUERQUE, L.G.; TONHATI, H.; TEIXEIRA, R.A. de. Estimação de parâmetros genéticos para peso em diferentes idades para animais da raça Tabapuã. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1914-1919, 2005.

ELER, J.P.; VAN VLECK, L.D.; FERRAZ, J.B.S.; LÔBO, R.B. Estimation of variances due to direct and maternal effects for growth traits of Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, n.1, p.3253-3258, 1995.

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

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; ALBUQUERQUE, L.G.; REYES, A.; BEZERRA, L.A.F.; LOBO, R.B. Análise genética de escores de avaliação visual de bovinos com modelos bayesianos de limiar e linear. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.835-841, 2008.

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**, v.32, n.4, p.753-760, 2009.

FORNI, S.; PILES, M.; BLASCO, A.; VARONA, L.; OLIVEIRA, H.N.; LÔBO, R.B.; ALBUQUERQUE, L.G. Analysis of beef cattle longitudinal data applying a non-linear model. **Journal of Animal Science**, v.85, n.12, p.3189-3197, 2007.

FRIZZAS, O.G.; GROSSI, D.A.; BUZANSKAS, M.E.; PAZ, C.C.P.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, J.A.; MUNARI, D.P. Heritability estimates and genetic correlations for body weight and scrotal circumference adjusted to 12 and 18 months of age for male Nelore cattle. **Animal**, v.3, n.3, p.347-351, 2009.

GEWEKE, J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments. In: BERNARDO, J.M.; BERGER, J.O.; DAWID, A.P.; SMITH, A.F.M. **Bayesian statistics 4**. New York: Oxford University, 1992. p.625-631.

GIANOLA, D.; FERNANDO, R.L. Bayesian methods in animal breeding theory. **Journal of Animal Science**, v.63, n.2, p.217-244, 1986.

GIANOLA, D.; FOULLEY, J.L. Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. **Genetics Selection Evolution**, v.15, n.2, p.201-224, 1983.

GIANOLA, D.; SORENSEN, D. Likelihood, Bayesian, and MCMC methods in quantitative genetics. New York: **Springer-Verlag**, 2002. 740p.

GONÇALVES, F.M.; PIRES, A.V.; PEREIRA, I.G.; GARCIA, D.A.; FARAH, M.M.; MEIRA, C.T.; CRUZ, V. A. R. Avaliação genética para peso corporal em um rebanho Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.158-164, 2011.

JOSAHKIAN, L.A.; MACHADO, C.H.C.; KOURY FILHO, W. Programa de melhoramento genético das raças zebuínas – **Manual de Operação**. Uberaba, MG: ABCZ, p.98, 2003.

KIPPERT, C.J.; RORATO, P.R.N.; CAMPOS, L.T.; BOLIGON, A.A.; WEBER, T.; GHELLER, D.G.; LOPES, J.S. Efeito de fatores ambientais sobre escores de avaliação visual à desmama e estimativa de parâmetros genéticos, para bezerros da raça Charolês. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.579-585, 2006.

KOURY FILHO, W. Análise genética de escores de avaliações visuais e suas respectivas relações com desempenho ponderal na raça Nelore. 82f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, 2001.

KOURY FILHO, W.; JUBILEU, J.S.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; PEREIRA, E.; CARDOSO, E.P. Parâmetros genéticos para escores de umbigo e características de produção em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.5, p.594-598, 2003.

KOURY FILHO, W. Escores visuais e suas relações com características de crescimento em bovinos de corte. 80p. **Tese** (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2005.

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

LACERDA, J.J.D.; CARNEIRO, P.L.S.; MARTINS FILHO, R.; MALHADO, C.H.M. Parâmetros e tendências genéticas para características de crescimento em bovinos da raça Nelore no Estado da Bahia utilizando inferência bayesiana. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.1, p.10-19, 2014.

LAUREANO, M.M.M.; BOLIGON, A.A.; COSTA, R.B.; FORNI, S.; SEVERO, J.L.P.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.949-958, 2011.

LIRA, T.S.; PEREIRA, L.S.; LOPES, F.B.; FERREIRA, J.L.; LÔBO, R.B.; SANTOS, G.C.J. Tendências genéticas para características de crescimento em rebanhos Nelore criados na região do trópico úmido do Brasil. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v.14, n.1, p.23-31, 2013.

MEYER, K. Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. **Livestock Production Science**, v.31, n.3, p.179-204, 1992.

MISZTAL, I.; TSURUTA, S.; STRABEL, T.; AUVRAY, B.; DRUET, T.; LEE, D.H. BLUPF90 and related programs (BGF90). In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7. Montpellier. **Proceedings**. Montpellier: INRA: CIRAD, 2002.

PIRES, A.V.; LOPES, P.S. Efeito materno em suínos. **Revista Ceres**, Viçosa: UFV, v.48, n.276, p.115-125, 2001.

R CORE TEAM (2014). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <<http://www.R-project.org/>>.

SAS - **STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – User's Guide**. North Carolina: SAS Institute Inc., 2002.

SIQUEIRA, J.B.; GUIMARÃES, J.D.; PINHO, R.O. Relação entre perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas em bovinos de corte: uma revisão. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.37, n.1, p.3-13, 2013.

SIQUEIRA, R.L.P.G.; OLIVEIRA, J.A.de; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; TONHATI, H. Análise da variabilidade genética aditiva de características de crescimento na raça Nelore. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.32, n.1, p.99-105, 2003.

SMITH, C. Effects of changes in economic weights on the efficiency of index selection. **Journal of Animal Science**, v.56, n.5, p.1057-1064, 1983.

SORENSEN, D.A.; ANDERSEN, S.; GIANOLA, D.; KORSGAARD, I. Bayesian inference in threshold models using Gibbs sampling. **Genetics Selection Evolution**, v.27, n.3, p.229-249, 1995.

SOUZA, J.C.; CAMPOS, L.T.; FREITAS, J.A.; WEABER, R.; LAMBERSON, W.R. Parâmetros genéticos dos pesos ao nascer e aos 205 dias de idade em animais da raça Angus no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. (CD-ROM).

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

WEBER, T.; RORATO, P.R.N.; LOPES, J.S.; COMIN, J.G.; DORNELLES, M.A.; ARAÚJO, R.O. Parâmetros genéticos e tendências genéticas e fenotípicas para características produtivas e de conformação na fase pré-desmama em uma população da raça Aberdeen Angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.832-842, 2009.

WILLHAM, R.L. The role of maternal effect in animal breeding. III. Biometrical aspects of maternal effects in animals. **Journal of Animal Science**, v.35, n.6, p.1288-1293, 1972.

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

ARTIGO 2 – Correlações genéticas entre pesos corporais em idades padrão, perímetro escrotal e escores visuais de conformação corporal em bovinos Guzerá

Resumo – Objetivou-se com este estudo estimar correlações genéticas entre pesos corporais em idades padrão, perímetros escrotais e escores de avaliação visual (EPMURAS), em bovinos da raça Guzerá. As características avaliadas foram: peso corporal ao nascimento (PN), e pesos corporais (P120, P205, P365, P450 e P550) e perímetros escrotais (PE205, PE365, PE450, PE550), padronizados para 205, 365, 450 e 550 dias de idade e escores visuais de conformação corporal, segundo a metodologia EPMURAS. Foram utilizadas informações provenientes de bovinos nascidos entre os anos de 1960 e 2013, em cinco estados brasileiros, registrados na ABCZ (Associação Brasileira de Criadores de Zebu). Os parâmetros genéticos foram estimados em análises bicaracterísticas utilizando inferência bayesiana. Foram utilizados modelo linear-linear (características contínuas), linear-limiar (características contínuas e categóricas) e limiar-limiar (características categóricas). As correlações genéticas entre o peso corporal à desmama e peso corporal aos 450 dias de idade com as demais características estudadas foram, na maioria, altas e positivas. As correlações genéticas entre escores de avaliação visual de estrutura corporal, precocidade e musculabilidade com as demais características foram, em geral, moderadas. As correlações genéticas entre os escores visuais e pesos corporais sugerem que a seleção com base em escores visuais resulta em aumentos dos pesos corporais em idades padrão e do perímetro escrotal, a partir dos 365 dias de idade. A seleção utilizando a metodologia de avaliação visual EPMURAS resulta em melhorias no desempenho produtivo dos animais.

Palavras-chave: amostragem de Gibbs, característica morfológica, gado de corte, musculabilidade, parâmetro genético, precocidade

PAPER 2 – Genetic correlations between body weight at standard ages, scrotal circumference and visual scores of body conformation in Guzerat cattle

Abstract – The objective was to estimate genetic correlations between body weight in standard ages, scrotal circumference, and visual appraisal scores (EPMURAS) in Guzerat cattle. The characteristics evaluated were: body weight at birth (BW_B); body weight (BW₁₂₀, BW₂₀₅, BW₃₆₅, BW₄₅₀ and BW₅₅₀) and scrotal circumference (SC₂₀₅, SC₃₆₅, SC₄₅₀, SC₅₅₀), standardized to 205, 365, 450 and 550 days of age; and visual appraisal scores of body structure according to the EPMURAS method. Information from cattle born between 1960 and 2013 in five Brazilian states, registered in ABCZ (Brazilian Association of Zebu Breeders) were utilized. Genetic parameters were estimated in bi-characteristic analyzes by using the Bayesian inference. Linear-linear (continuous characteristics), linear-threshold (continuous and categorical features), and threshold-threshold (categorical characteristics) models were used. Genetic correlations between body weight at weaning and BW₄₅₀ with the other studied characteristics were mostly high and positive. Genetic correlations between scores of visual appraisal of body structure, precocity and muscularity with the other characteristics were generally moderate. Genetic correlations between visual scores and body weights suggest that selection based on visual scores results in improvement of body weight at standard ages and scrotal circumference, from 365 days of age. Selection using the visual appraisal methodology EPMURAS results in improvements of animal performance.

Keywords: beef cattle, genetic parameter, Gibbs sampling, morphologic, characteristics, muscularity, precocity

Introdução

Os pesos corporais e ganhos de peso são amplamente considerados como critérios de seleção nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte, por serem de fácil obtenção e por possuírem correlações genéticas positivas com outras características de interesse econômico. Os pesos corporais e ganhos de pesos em diferentes idades respondem bem à seleção, uma vez que suas herdabilidades são de magnitude mediana (Boligon et al., 2011).

Além dos pesos corporais e ganhos de peso, os escores visuais de conformação corporal a partir de 2003 passaram a ser considerado na seleção dos animais nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte. Estas avaliações auxiliam na escolha dos indivíduos com melhor conformação, precocidade e acabamento (Boligon e Albuquerque, 2010).

O perímetro escrotal é outra característica importante e amplamente utilizada na seleção dos animais, porque ela pode limitar a intensidade de seleção, interferir no intervalo entre gerações e por estar economicamente relacionada ao sistema de produção. Sabe-se que a eficiência reprodutiva é muito importante, uma vez que a antecipação da vida reprodutiva de machos e fêmeas está diretamente ligada à eficiência econômica da produção de carne bovina. Por meio de índices econômicos, Brumatti et al. (2011) demonstraram que as características reprodutivas podem ser até três vezes mais importantes que as características de crescimento.

As correlações genéticas entre as características de interesse econômico são outro ponto importante a ser considerado nos programas de melhoramento genético de gado de corte (Barichello et al., 2010). De acordo com Falconer e Mackay (1996), as correlações genéticas são importantes para o melhoramento animal porque o incremento em uma característica pode causar alterações simultâneas em outras.

De acordo com Boligon e Albuquerque (2010), a seleção para escores visuais deve promover mudanças genéticas favoráveis no perímetro escrotal, obtendo-se consequentemente animais mais precoces e, segundo Koury Filho et al. (2009), a seleção de animais com melhores escores pode melhorar a velocidade de crescimento e favorecer a composição de índices de seleção. Entretanto mais estudos devem ser realizados no intuito de identificar quais características correlacionam-se com a velocidade de crescimento e precocidade dos animais determinando a idade mais adequada para mensuração das características de peso corporal e do perímetro escrotal.

Dessa forma, ao se estabelecerem as estratégias de seleção para alcançar o progresso genético esperado, é necessário o conhecimento dos parâmetros genéticos das características a serem selecionadas no critério de seleção. O emprego adequado de metodologias para a obtenção das correlações genéticas entre as características categóricas morfológicas e contínuas de pesos corporais e perímetro escrotal, através de análises bicaracterísticas, é de interessante ao melhoramento genético pode trazer contribuição para a pecuária (Faria et al., 2009c).

Métodos bayesianos passaram a ser utilizados na estimação de parâmetros genéticos de bovinos de corte por resolverem problemas nas análises como é o caso de características categóricas ou que não possuam distribuição normal (Gianola e Fernando, 1986).

Objetivou-se neste estudo estimar as correlações genéticas entre as características de pesos corporais e perímetro escrotal (contínuas) e escores de avaliação visual (discretas) em rebanhos da raça Guzerá usando inferência bayesiana.

Material e Métodos

Os dados utilizados neste estudo foram fornecidos pela Associação Brasileira de Criadores de Zebu – ABCZ. O arquivo de dados continha animais nascidos de 1960 a 2013, pertencentes a cinco estados, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Goiás e Mato Grosso do Sul, sendo a matriz de parentesco constituída de 272.440 indivíduos. Foram estudados o peso corporal ao nascimento, pesos corporais padronizados para 120, 205, 365, 450 e 550 dias de idade; perímetros escrotais padronizados para 205, 365, 450 e 550 dias de idade; e, os escores de avaliação visual compreendendo estrutura corporal (E), precocidade (P), musculosidade (M), umbigo (U), características raciais (R), aprumos (A) e sexualidade (S).

Os dados de pesos corporais e dos perímetros escrotais foram padronizados pela medida padrão (Yokoo et al., 2007): $MedP = M_a + D.d_a$;

em que M_a é a medida anterior à idade-padrão; d_a , o número de dias compreendidos entre a mensuração anterior e a idade-padrão; D é a razão da diferença entre as medidas posterior e anterior pelo número de dias entre as duas medidas, sendo D dado por

$D = \frac{M_p - M_a}{I_p - I_a}$, em que; M_p é a medida posterior à idade-padrão (peso corporal ou

perímetro escrotal); I_p é a idade na medida posterior à idade-padrão; e I_a é a idade na medida anterior à idade-padrão.

Os escores de avaliação visual (EPMURAS) foram obtidos para cada animal, porém são relativos ao grupo de manejo em que o animal avaliado se encontrou. Para isto, todo o lote era observado, para avaliar o perfil médio do grupo para cada característica, que representa a base para a comparação dos animais. Portanto, os escores são relativos aos grupos de manejo. Foram atribuídas notas de 1 a 6 às características E, P, M e U, em que 6 foi a maior expressão da característica e 1 a menor expressão no grupo de manejo. Para as características R, A e S foram atribuídas notas de 1 a 4, sendo que a nota 4 foi atribuída ao animal muito bom, e 1 ao animal fraco no grupo de manejo (Koury Filho, 2001). Koury Filho (2001) e Josahkian et al. (2003) descrevem com maiores pormenores cada uma dessas características de EPMURAS avaliadas e apresentadas resumidamente a seguir.

- Estrutura Corporal (E): prediz visualmente a área que o animal abrange visto de lado, avaliando-se basicamente o comprimento corporal e a profundidade de costelas. Maiores áreas correspondem a maiores escores.
- Precocidade (P): nesta avaliação os maiores escores recaem sobre animais de maior proporção entre profundidade de costelas em relação à altura de seus membros. Animais jovens, muitas vezes, ainda não apresentam gordura de cobertura. Assim, nessa característica avaliam-se os animais baseando em proporções, identificando aqueles que irão depositar gordura de acabamento mais precocemente, com a expectativa de que sejam aqueles com mais costelas em relação à altura de seus membros.
- Musculosidade (M): é avaliada pela evidência das massas musculares. Os animais mais “grossos” e com musculatura mais convexa, em relação à média do lote, recebem notas maiores. Por outro lado, os animais mais “finos”, com musculatura menos convexas, retilíneas e até mesmo com concavidades pelo corpo, recebem notas menores.
- Umbigo (U): é avaliado a partir de uma referência de seu tamanho e posicionamento. Devem ser penalizados os indivíduos que apresentarem prolapso de prepúcio. A característica umbigo representa a prega umbilical na fêmea e o conjunto formado pela prega umbilical e bainha no macho. A avaliação é realizada a partir de uma comparação do tamanho e do posicionamento do umbigo, com a referência de possibilidades existentes na raça ou na população em questão. Para esta característica buscam-se animais que possuam notas entre 3 e 4, uma vez que animais com umbigos muito longos ou muito próximos ao corpo não são desejados.

- Caracterização Racial (R): todos os itens previstos nos padrões raciais de cada raça devem ser considerados. O tipo racial é um indicador comercial forte e tem valor de mercado, o que por si só, justifica sua inclusão em um programa e seleção.
- Aprumos (A): são avaliados pelas proporções, direções, angulações e articulações dos membros anteriores e posteriores.
- Sexualidade (S): busca-se masculinidade nos machos e feminilidade nas fêmeas, sendo que estas características deverão ser tanto mais acentuadas quanto maior a idade dos animais avaliados. Avaliam-se os genitais externos, que devem ser funcionais, de desenvolvimento condizente com a idade cronológica.

A estruturação dos arquivos de dados foi realizada utilizando o “software” SAS (SAS 2002). Na edição dos dados, eliminaram-se os animais cujas medidas estavam três desvios-padrão acima ou abaixo da média para os pesos corporais e perímetros escrotais, já para os escores visuais foram mantidas todas as observações. A definição dos grupos contemporâneos foi estabelecida pelo, ano de nascimento, época de nascimento (chuvosa: outubro a março e seca: abril a setembro), sexo e regime alimentar aos 205, 365 e 550 dias de idade. Foram eliminados os grupos contemporâneos que continham menos de três animais para todas as características avaliadas (Tabela 1).

Tabela 1. Estrutura do arquivo de dados, de bovinos da raça Guzerá

Característica ¹	Nº de animais	Média	Desvio-Padrão	Nº GC
PN (kg)	103.123	30,50	3,78	682
P120 (kg)	60.145	120,56	29,12	1625
P205 (kg)	84.322	181,68	44,07	1175
P365 (kg)	63.605	247,21	68,99	1227
P450 (kg)	36.948	276,75	80,20	1552
P550 (kg)	38.245	312,91	88,53	1049
PE205 (cm)	1.180	18,21	2,69	132
PE365 (cm)	2.958	21,97	2,48	194
PE450 (cm)	1.742	24,72	3,24	152
PE550 (cm)	1.558	28,15	3,92	160
Estrutura Corporal (E)	36.139	4,22	0,96	573
Precocidade (P)	36.139	4,06	0,92	573
Musculosidade (M)	36.139	3,81	0,95	573
Umbigo (U)	36.137	3,10	0,94	573
Característica Racial (R)	19.787	3,28	0,68	443
Aprumos (A)	19.787	3,18	0,53	443
Sexualidade (S)	19.787	3,45	0,57	443

¹PN = Peso corporal ao nascimento; P120, P205, P365, P450 e P550 = Peso corporal padronizado para os 120, 205, 365, 450 e 550 dias de idade, respectivamente; PE205, PE365, PE450, e PE550 = Perímetro escrotal padronizado para os 205, 365, 450 e 550 dias de idade, respectivamente; Nº GC – número de grupos contemporâneos.

Os componentes de variância e covariância, e as correlações genéticas foram estimados mediante análises bayesianas bicaracterística, tendo-se considerado o modelo animal linear para as características de pesos corporais e perímetros escrotais e um modelo animal não linear (“threshold”) para as características de escore corporal (EPMURAS), utilizando o software THRGIBBS1F90 (Misztal et al., 2002), que permite o estudo de características contínuas e categóricas na mesma análise. As estimativas *a posteriori* foram obtidas com a utilização do aplicativo POSTGIBBSG90 (Misztal et al., 2002). As características que foram fixadas nas análises na obtenção das correlações genéticas foram: os pesos corporais ajustados para 205 dias de idade – P205 (desmama) e para 450 dias de idade – P450, e também as características de escores visuais de estrutura corporal (E), precocidade (P) e musculosidade (M). Desta forma as análises bicaracterísticas foram realizadas entre as características citadas anteriormente e as demais características.

O modelo completo pode ser representado em notação matricial como $Y = X\beta + Z_a a + Z_m m + \varepsilon$, em que: Y é o vetor das características observadas; β é o vetor dos efeitos fixos; a é o vetor dos efeitos genéticos aditivos diretos; m é o vetor dos efeitos genéticos aditivos maternos; ε é o vetor dos efeitos residuais; e X , Z_a e Z_m , são as matrizes de incidência relacionadas a β , a e m , respectivamente. Considerou-se que

$E[y] = X\beta$, $Var(a) = A \otimes \Sigma_a$, $Var(m) = A \otimes \Sigma_m$ e $Var(e) = I_N \otimes \Sigma_e$, em que: Σ_a é a matriz de covariâncias genéticas aditivas; Σ_m é a matriz de covariâncias genéticas aditivas maternas; Σ_e é a matriz de covariâncias residuais; A é a matriz de parentesco; I é matriz identidade; N é o número de animais com registro; e $\otimes$ denota o produto direto entre as matrizes. Considerou-se que os vetores a , m e ε são independentes. A idade do animal à mensuração foi considerada como covariável para as características de escores visuais.

No modelo de limiar, considera-se que a escala subjacente apresenta distribuição normal contínua, representada como: $U | \theta \sim N(W\theta, I\sigma_e^2)$, em que U é o vetor da escala base de ordem r ; $\theta' = (\beta', a', m')$ é o vetor dos parâmetros de locação de ordem s , com β' definido sob o ponto de vista frequentista como efeitos fixos e ordem s , com a' e m' como efeitos aleatórios genéticos aditivos diretos e maternos, respectivamente; W é a matriz de incidência conhecida, de ordem r por s ; I é a matriz identidade de ordem r ; e σ_e^2 é a variância residual. Quando se considera que a variável na distribuição subjacente não é observável, a parametrização $\sigma_e^2 = 1$ é adotada para que se possa identificá-la na função de verossimilhança (Gianola e Sorensen, 2002). Tal pressuposição é padrão em análises para dados categóricos em modelo de limiar.

As características categóricas foram determinadas por variáveis contínuas não observáveis, em escala subjacente, em que foram fixados valores iniciais de limiares, tais que: $t_1 < t_2 \dots < t_{j-1}$, com $t_0 = -\infty$ e $t_j = \infty$; em que “ t_j ” é o valor do limiar e “ j ” é o número de categorias. Os dados observáveis são dependentes da variável subjacente, que é limitada entre dois limiares não observáveis (Gianola e Foulley, 1983). Assim, as categorias ou escores de y_i (características categóricas), para cada animal i , foram definidos por U_i , na escala subjacente:

- $$y_i = \begin{aligned} &(1) \ t_0 < U_i \leq t_1; \\ &(2) \ t_1 < U_i \leq t_2; \\ &(3) \ t_2 < U_i \leq t_3; \\ &(4) \ t_3 < U_i \leq t_4; \\ &(5) \ t_4 < U_i \leq t_5; \\ &(6) \ t_5 < U_i \leq t_6, \end{aligned}$$

para $i = 1, \dots, n$, em que n é o número de observações. Após as especificações dos limiares t_0 a t_6 , é necessário que um dos limiares (de t_1 a t_5) seja ajustado a uma constante arbitrária.

Nas análises bicaracterísticas que foram realizadas sob enfoque bayesiano, os vetores β , a e m são parâmetros de locação de uma distribuição condicional $y | \beta, a, m$. Considerou-se, *a priori*, que β tem distribuição uniforme, ou seja, reflete conhecimento prévio vago sobre esse vetor. Considerou-se também que os demais componentes são atribuídas distribuições *Wishart* invertida, que é padrão do programa THRGIBBS1F90 (Misztal et al., 2002). Assim, a distribuição de y , dado os parâmetros de locação e escala, foi considerada como $y | \beta, a, m, R \sim N [X\beta + Za + Zm + IR]$.

Na implementação da amostragem de Gibbs foi considerado comprimento de cadeia de 550 mil ciclos, em que os primeiros 50 mil foram descartados. As amostras foram armazenadas a cada 100 ciclos. O período de descarte e o intervalo de amostragem foram estabelecidos empiricamente. A convergência foi verificada com a inspeção gráfica, valores amostrados versus iterações, e com o critério proposto por Geweke (1992). Este critério foi estimado por meio do pacote estatístico *Bayesian Output Analysis* (BOA) do programa R (R CORE TEAM, 2014).

Resultados e Discussão

A partir das análises das médias das correlações genéticas *a posteriori* verificou-se que o período de “burn-in” (50.000 iterações) foi suficiente para determinar a convergência das amostras pelo critério de Geweke (1992), para todas as análises bicaracterísticas. As estimativas da média, moda e mediana das correlações genéticas foram semelhantes para a maioria das características. Espera-se, contudo que em algumas análises as medidas de tendência central não fossem semelhantes, uma vez que estimativas *a posteriori* dos parâmetros genéticos podem assumir distribuição de *Wishart* Invertida, em análises multicaracterísticas (Sorensen et al., 1995).

As médias das herdabilidades diretas estimadas para as características de pesos corporais foram de alta magnitude, apresentando valores de PN (0,6150), P120 (0,7002), P205 (0,6463), P365 (0,6439), P450 (0,6119) e P550 (0,5911). Valores estes mais elevados do que os observados por Boligon et al. (2008), que observaram valores de 0,26, 0,30 e 0,34, de herdabilidade direta para peso ao desmame, ao ano e ao sobreano, respectivamente. Em geral, as estimativas de herdabilidade direta obtidas para

os pesos corporais em diferentes idades neste estudo, indicam que, parte considerável da variação entre os animais são devido às diferenças no mérito genético dos animais, desse modo, essas características podem responder de forma eficiente à seleção.

As magnitudes das estimativas de herdabilidade do efeito genético direto estimado para os perímetros escrotais ajustados aos 205, 365, 450 e 550 foram altas, com valores de 0,7392, 0,6657, 0,6926 e 0,7067, respectivamente. Boligon et al. (2011) observaram valores de 0,39, 0,41 e 0,44 da herdabilidade direta ajustado aos 270, 365 e 450 dias de idade, respectivamente, em bovinos da raça Nelore. Resultados mais elevados também foram estimados por Yokoo et al. (2007), que relataram valores de herdabilidade direta para característica de perímetro escrotal aos 365, 450 e 550 dias de idade com valores de 0,48, 0,53 e 0,42. As herdabilidades estimadas para o perímetro escrotal nas diferentes idades sugerem que ao utiliza-las como critério de seleção proporcionará ganhos genéticos nos rebanhos.

Para as características de escores visuais, as estimativas de herdabilidade direta foram: E (0,2141), P (0,2123), M (0,1988), U (0,2791), R (0,2177), A (0,3216) e S (0,2957), de acordo com Koury Filho et al. (2009), que obtiveram estimativas de herdabilidade direta de magnitude mediana para as características de estrutura corporal, precocidade, musculosidade, assim ganhos genéticos são esperados ao selecionar os animais avaliando essas características.

As correlações genéticas estimadas entre o peso corporal à desmama (ajustado para 205 dias de idade, P205) e os pesos às demais idades padrão (P120, P365, P450 e P550) foram todas positivas e de elevada magnitude (Tabela 2), o que indica que os quatro pesos corporais às idades padrão podem ser avaliados simultaneamente e que a seleção para qualquer um dos pesos levaria à reposta correlacionada nos demais pesos. Observaram-se maiores correlações genéticas entre P205 e os pesos corporais ajustados para 120, 365 e 450 dias de idade. Isso se deve ao fato do menor intervalo de tempo, e, conseqüentemente, menores diferenças de idade entre as mensurações e, portanto, as correlações genéticas entre estas características foram maiores.

Correlação genética entre P205 e o peso corporal ao nascimento foi próxima à zero, isto indica que a seleção para maiores P205 não influencia o PN. Assim infere-se que a seleção para P205 resulta em animais mais pesados, porém sem alterar o peso corporal ao nascimento, o que evitaria possíveis problemas de parto.

Tabela 2. Estimativas *a posteriori* das correlações genéticas entre o peso corporal à desmama (P205) com as demais características: pesos corporais (PN, P120, P365, P450 e P550), perímetros escrotais (PE205, PE365, PE450 e PE550) e escores de avaliação visual (EPMURAS), em bovinos da raça Guzará

Característica ¹	Média	Moda	Mediana	DP	IC(95%)
PN	-0,0652	-0,0750	-0,0656	0,0366	-0,1356 a 0,0054
P120	0,8165	0,8068	0,8174	0,0157	0,7857 a 0,8466
P365	0,7395	0,7411	0,7398	0,0166	0,7070 a 0,7712
P450	0,7480	0,7492	0,7479	0,0230	0,7041 a 0,7934
P550	0,6334	0,6269	0,6345	0,0262	0,5811 a 0,6828
PE205	0,3973	0,2849	0,4295	0,2404	-0,1139 a 0,8526
PE365	0,7676	0,8979	0,8080	0,1287	0,5394 a 0,9374
PE450	0,9749	0,9919	0,9870	0,0238	0,9257 a 0,9962
PE550	0,4290	0,4654	0,4798	0,1749	0,0417 a 0,6557
Estrutura (E)	0,5502	0,5393	0,5496	0,0378	0,4788 a 0,6255
Precocidade (P)	0,4357	0,4514	0,4359	0,0299	0,3738 a 0,4904
Musculosidade (M)	0,3771	0,3506	0,3766	0,0318	0,3165 a 0,4387
Umbigo (U)	0,0990	0,0943	0,0987	0,0149	0,0685 a 0,1272
Raça (R)	0,0655	0,0346	0,0638	0,0347	-0,0022 a 0,1309
Aprumos (A)	0,0400	0,0027	0,0384	0,0292	-0,0167 a 0,0954
Sexualidade (S)	0,0210	0,0006	0,0210	0,0185	-0,0158 a 0,0559

¹PN = Peso corporal ao nascimento; P120, P365, P450 e P550 = Peso corporal padronizado para 120, 365, 450 e 550 dias de idade, respectivamente; PE205, PE365, PE450, e PE550 = Perímetro escrotal padronizado para 205, 365, 450 e 550 dias de idade, respectivamente; IC(95%) = Intervalo com 95% de credibilidade.

Os resultados obtidos neste estudo diferem daqueles de Boligon et al. (2009a) que estimaram correlações genéticas positivas e de alta magnitude, entre o peso corporal à desmama e os pesos corporais avaliados ao nascer, ao sobreano, aos 2, 3 e 5 anos de idade, em animais da raça Nelore. Estes autores concluem que a seleção para pesos corporais em idades jovens resultaria em animais mais pesados ao nascer podendo no futuro resultar em aumento da incidência de partos distócicos. Entretanto, o produtor, poderia utilizar como critério de seleção o peso corporal em idade mais jovem para permitir avaliação da habilidade materna.

Segundo Bullock et al. (1993), existe grande preocupação quanto à seleção dos animais com maiores pesos corporais ou ganhos de peso em idades jovens, uma vez que ao selecionarem estes animais, serão como obtidos como resposta correlacionada animais adultos mais pesados. Isto acarretaria maiores custos de manutenção das matrizes e reduziria as vantagens econômicas obtidas com o aumento do peso corporal dos animais destinados ao abate. De fato, os resultados observados por Boligon et al. (2009a) reforçam a preocupação com o tamanho adulto das matrizes. Estes autores verificaram que o peso corporal adulto estaria sujeito a aumentos acentuados, como resposta à seleção, para maiores pesos corporais em idades mais jovens, o que vem

sendo praticado em gado de corte. Acrescenta-se ainda que, para a maioria das raças bovinas de corte, existe correlação genética baixa, porém desfavorável, entre peso corporal adulto e características reprodutivas (Meyer et al., 2004; Mello et al., 2006). Resultados estes que reforçam a preocupação com o tamanho adulto de matrizes e são considerados de importante valor prático.

Santos et al. (2005) e Boligon et al. (2008) estimaram, para bovinos da raça Nelore utilizando o método da REML, correlações genéticas iguais a 0,61 e 0,83, respectivamente entre o peso corporal à desmama e ao sobreano. Finalmente diferenças com base magnitudes das correlações genéticas obtidas por meios de diferentes metodologias destaca-se a necessidade da escolha do modelo e metodologia adequados para a predição acurada dos parâmetros genéticos. Yokoo et al. (2007) afirmam que para o produtor que utiliza o peso corporal como critério de seleção, a adoção do P210 permite também a avaliação da habilidade materna, uma vez que nesta fase há influência da mãe em relação ao bezerro. A partir das altas correlações genéticas, estimadas no presente trabalho e as relatadas na literatura, pode-se afirmar que o grupo de genes responsáveis pela característica peso corporal não se altera muito ao longo da vida dos animais.

Correlações genéticas estimadas entre o peso corporal à desmama e as características de perímetro escrotal padronizado para 205, 365, 450 e 550 dias de idade foram de magnitudes medianas a elevadas (Tabela 2). Para o perímetro escrotal padronizado para 365 e 450 dias de idade, as estimativas das correlações foram mais elevadas (0,77 e 0,97, respectivamente). Já para o perímetro escrotal padronizado aos 205 e 550 dias de idade as correlações foram mais baixas (0,40 e 0,47, respectivamente). Espera-se, portanto, resposta correlacionada positiva em todos os perímetros escrotais ao se selecionar para P205.

Altos intervalos de credibilidade foram obtidos para as correlações genéticas entre P205 e as características PE205 ou PE550 (Tabela 2). Isto pode ter ocorrido em função do pequeno número de informações disponíveis para PE205 e PE550, o que pode influenciar na obtenção das médias *a posteriori*. Estes resultados sugerem que os valores iniciais dos componentes de variância ou as informações provenientes dos dados fenotípicos não foram suficientes para obtenção da distribuição *a posteriori* para as características de PE205 e PE550.

Resultados controversos foram observados por Pedrosa et al. (2014) e Laureano et al. (2011) que observaram correlações genéticas entre o peso corporal à desmama e o

perímetro escrotal ao sobreano iguais a 0,26 e 0,24, respectivamente, em bovinos Nelore. Resultados com valores mais baixos foram também obtidos por Pereira et al. (2010) que estimaram correlações genéticas entre o peso corporal à desmama e o perímetro escrotal iguais a -0,15 (quando o perímetro escrotal foi ajustado para peso corporal), -0,13 (quando o perímetro escrotal foi ajustado para peso corporal e idade) e 0,11 (quando o perímetro escrotal foi ajustado para idade). Estes autores concluem que estas correlações podem ser explicadas pelo fato de as medidas do perímetro escrotal ser ajustado para a covariável peso e idade do animal, sendo necessários mais estudos que avaliem as correlações destas características no intuito de se evitarem interpretações equivocadas das repostas correlacionadas.

Por outro lado, Araújo et al. (2012), ao estudarem animais da raça Brangus por meio da metodologia bayesiana multivariada, reportaram correlação genética entre peso corporal ao sobreano e perímetro escrotal igual a 0,747, que é mais alto do que os observados neste estudo e com um intervalo de credibilidade menor. Boligon et al. (2009b) concluíram que ao se adotar os pesos corporais às idades padrão, espera-se aumento do perímetro escrotal, como resposta correlacionada positiva com base nas estimativas das correlações genéticas entre o peso corporal à desmama e o perímetro escrotal ajustado aos 270, 365 e 540 dias de idade (0,35, 0,36 e 0,38, respectivamente).

De acordo com Boligon et al. (2011), na maioria dos programas de melhoramento genético, o peso corporal é a característica mais utilizada para seleção dos bovinos de corte. Entretanto, deve-se tomar cuidado porque somente o peso corporal pode não ser bom indicador da composição corporal do animal, uma vez que animais com o mesmo peso corporal podem ter diferentes alturas, precocidade. Assim, os estudos das correlações entre as características de pesos corporais e os escores visuais de conformação corporal são importantes, pois a utilização dos escores permite a identificação dos animais com melhores conformações.

As correlações genéticas estimadas entre o peso corporal ao desmame e as características de escores visuais foram todas positivas, o que indica que a partir da utilização dos escores visuais de conformação corporal obtêm-se animais com tamanho e peso corporais mais harmoniosos. As estimativas das correlações foram moderadas para as características E (0,5502), P(0,4357) e M(0,3771) e baixa para U (0,0990). As correlações entre P205 e os demais escores de avaliação visual (RAS) foram próximas à zero, em função do intervalo com 95% de credibilidade. Os intervalos de credibilidade para as características categóricas foram baixos e para as características de E, P, M e U

as medidas de tendência central foram próximas, o que indica simetria das distribuições *a posteriori*. Para as características R, A e S as medidas de tendência central não foram próximas, fato que pode ser explicado por estas características serem avaliadas em apenas quatro categorias. Segundo Abdel Azim e Berger (1999), a acurácia das estimativas obtidas em modelos de limiar é maior quando se aumenta o número de categorias para característica, pois à medida que se aumenta o número de categorias os dados tem distribuição que se aproximam da normal.

As correlações genéticas de magnitude mediana, obtidas no presente estudo, entre a estrutura corporal e o peso corporal à desmama (P205) indicam que essas características são determinadas, em grande parte, pelos mesmos genes. Esses resultados são justificados pelo fato da definição da característica de estrutura corporal indicar a área que o animal abrange visto de lado, avaliando-se o comprimento corporal e a profundidade de costelas e, conseqüentemente, está associada a uma expectativa de animais mais pesados.

De acordo com Koury Filho et al. (2010), quando se utilizam informações dos escores corporais para selecionar os animais, as correlações entre escores e pesos corporais às idade padrão devem ser consideradas, porque tradicionalmente os pesos corporais são empregados como objetivos de seleção. Estes autores estimaram correlações genéticas entre o peso à desmama e os escores visuais E, P e M, avaliados também à desmama, com valores de 0,97, 0,67 e 0,62, respectivamente. A partir desses resultados, evidencia-se a associação genética entre peso corporal e os escores visuais, ambos a desmama. Estes resultados ainda corroboram os de Faria et al. (2008) que obtiveram correlações genéticas entre o peso corporal à desmama e os escores visuais M (0,62) e E (0,89) e de Faria et al. (2009a) que obtiveram estimativas de correlações genéticas de 0,92, 0,94 e 0,99 entre o peso corporal à desmama e as características de E, P e M, respectivamente, mas avaliadas aos 120 dias de idade. Correlações mais elevadas foram estimadas por estes autores em razão da avaliação dos escores visuais ter ocorrido em idades mais próximas ao peso corporal à desmama. Neste estudo, os animais foram avaliados quanto aos escores visuais, em diferentes idades, e estas idades foram incluídas no modelo como covariáveis.

Silva et al. (2005) com base nas estimativas de correlações genéticas entre os escores de avaliação visual e pesos corporais nas diferentes idades, concluíram que análises por meio de modelos linear-limiar resultou em estimativas mais adequadas, pois estes modelos relacionam a resposta observada na escala categórica a uma escala

subjacente normal contínua. Outros autores também destacam as vantagens dos modelos de limiar em relação aos modelos lineares (Meijering e Gianola, 1985; Hoeschele e Gianola, 1988; Faria et al., 2008).

Segundo Koch et al. (1994), os resultados obtidos das correlações genéticas entre escores visuais e os pesos corporais em idades padrão são importantes pois, a seleção com base no índice que pondera igualmente o peso corporal à desmama e escore visual de musculatura resultaram em maiores ganhos genéticos direto e materno para os pesos corporais de idades padrão comparado ao resultado esperado se selecionasse exclusivamente pelos pesos corporais.

As correlações genéticas entre peso corporal à desmama e as características de escore visual U, R, A e S indicam que a seleção para P205 não resultaram em alterações nestas características. Valor um pouco maior foi observado por Barichello et al. (2010) para correlação genética entre o peso padronizado aos 225 dias de idade e o escore de U (0,22), indicando pouca modificação ocorre resultado semelhantes foram observados por Koury Filho et al. (2003). Resultados maiores do que os encontrados neste trabalho podem ser explicados tanto pela avaliação dos escores visuais quanto pelo ajuste utilizado nas análises que se refere a diferentes raças. Não foram encontrados na literatura estudos com estimativas de correlações genéticas entre os pesos corporais as idades padrão e as características de R e S. Para o escore A, Faria et al. (2008) estimaram correlações genéticas entre o escore visual de aprumos e o peso corporal ao sobreano de 0,94 e 0,86, ao considerarem modelos linear-linear e linear-limiar, respectivamente nas análises. A partir dos valores de correlações genéticas obtidas entre o peso corporal à desmama e as demais características avaliadas neste estudo, conclui-se para a maioria das características, espera-se respostas correlacionadas favoráveis, de forma que a seleção para P205 resultará, de forma geral, em progresso genético para as outras características.

Atualmente está ocorrendo substituição do peso corporal ao sobreano (550 dias de idade) para o peso corporal aos 450 dias (P450) de idade pelos produtores (Lira et al., 2008). Isto porque P450 é medida que expressa a habilidade de o animal ganhar peso corporal no período pós desmama e por permitir intensificar o processo de seleção, na busca por animais que atinjam pesos corporais desejados com a maior precocidade produtiva possível. Assim, torna-se importante avaliar as correlações genéticas entre o peso corporal aos 450 dias de idade, e os demais pesos corporais, as características reprodutivas, e escores de avaliação visual.

As correlações genéticas estimadas entre o peso corporal aos 450 dias de idade (P450) e os demais pesos corporais (PN, P120, P365 e P550) foram todas positivas (Tabela 3). Com exceção do peso corporal ao nascimento (PN), todas as demais correlações foram de moderadas a altas magnitudes, o que indica que estas características são determinadas, em grande parte, pela ação aditiva dos mesmos conjuntos de genes. As correlações genéticas estimadas entre P450 e as características P550 e P365 foram 0,9637 e 0,9699, respectivamente, com pequeno intervalo de credibilidade, assim, a seleção dos animais segundo o P550 pode ser substituída por P450, permitindo, portanto, a seleção dos animais precocemente.

Tabela 3. Estimativas *a posteriori* das correlações genética entre o peso corporal aos 450 dias de idade (P450) com as demais características: pesos corporais (PN, P120, P365 e P550), perímetros escrotais (PE205, PE365, PE450 e PE550) e escores de avaliação visual (EPMURAS), em bovinos da raça Guzará

Característica ¹	Média	Moda	Mediana	DP	IC(95%)
PN	0,1533	0,0887	0,1559	0,0431	0,0633 a 0,2275
P120	0,6508	0,6612	0,6526	0,0319	0,5873 a 0,7136
P365	0,9637	0,9678	0,9645	0,0055	0,9524 a 0,9729
P550	0,9699	0,9687	0,9702	0,0053	0,9594 a 0,9796
PE205	0,6644	0,7000	0,6824	0,1161	0,4309 a 0,8692
PE365	0,7265	0,5957	0,7206	0,1061	0,5633 a 0,9264
PE450	0,6264	0,5679	0,6403	0,1301	0,3768 a 0,8654
PE550	0,6054	0,6343	0,6126	0,1088	0,3996 a 0,7949
Estrutura (E)	0,5223	0,6014	0,5893	0,1853	0,0168 a 0,6572
Precocidade (P)	0,5007	0,5915	0,5758	0,1836	0,0168 a 0,6420
Musculosidade (M)	0,3952	0,4559	0,4474	0,1630	-0,0267 a 0,5438
Umbigo (U)	0,1301	0,1109	0,1307	0,0511	-0,0008 a 0,1998
Raça (R)	0,0196	0,0385	0,0201	0,0815	-0,1125 a 0,1567
Aprumos (A)	0,0080	0,0025	0,0007	0,0693	-0,1087 a 0,1317
Sexualidade (S)	0,1566	0,1767	0,1638	0,1103	-0,0633 a 0,3196

¹PN = Peso corporal ao nascimento; P120, P365, e P550 = Peso corporal padronizado para 120, 365, e 550 dias de idade, respectivamente; PE205, PE365, PE450, e PE550 = Perímetro escrotal padronizado para 205, 365, 450 e 550 dias de idade, respectivamente. IC(95%) = Intervalo com 95% de credibilidade.

Correlações genéticas de 0,95 entre P450 e P365 e de 0,99 entre P450 e P550 foram observadas por Yokoo et al. (2007) em bovinos Nelore. Estes autores afirmam que progressos genéticos para os pesos corporais em diferentes idades podem ser alcançados pelas suas respostas correlacionadas. As correlações genéticas entre P450 e o perímetro escrotal foram todas medianas e positivas, o que indica que a seleção para P450 resulta em aumento no perímetro escrotal. A maior correlação genética ocorreu entre P450 e PE365, assim a seleção com base em um índice que contenha P365 e

PE365 resultará em resposta correlacionada ao aumento no P450, permitindo diminuir a idade utilizada para a seleção dos animais.

Valores menores de correlações genéticas foram estimados por Boligon et al. (2010) para bovinos Nelore, que encontraram correlações genéticas entre o peso corporal ao sobreano e o perímetro escrotal avaliado aos 9, 12 e 18 meses em 0,23, 0,31 e 0,33, respectivamente. Araújo et al. (2012), ao estudarem animais da raça Brangus, segundo metodologia bayesiana multivariada, reportaram correlações genéticas entre P550 e PE550 com valores médios de 0,747. Valor menor (0,21) também foi estimado por Frizzas et al. (2008) para a correlação genética entre P450 e o PE365, para animais da raça Nelore.

Loaiza-Echerri et al. (2013) estudaram os critérios de seleção para precocidade sexual de bovinos da raça Guzerá e observaram altas e negativas correlações genéticas entre o perímetro escrotal e a idade a puberdade. Estes autores verificaram que a idade à puberdade em animais Guzerá ocorre aos 622 dias e que após os 650 dias de idade a correlação genética entre perímetro escrotal e a idade à puberdade diminui consideravelmente. Boligon et al. (2010) e Silva et al. (2011) sugeriram que o perímetro escrotal pode ser utilizado como critério de seleção e promover respostas correlacionadas no volume testicular e na qualidade do semê. Estes resultados reforçam a importância da avaliação do perímetro escrotal, por estarem correlacionadas tanto com características de desempenho quanto as reprodutivas.

As correlações genéticas estimadas entre P450 e escores de avaliação visual foram todas positivas (Tabela 3), seguindo a mesma tendência para P205 discutida anteriormente (Tabela 2). Entretanto, destaca-se que as correlações genéticas entre P450 e os escores E, P e M foram moderadas, e entre P450 e os escores U, R, A e S foram próximas à zero. Portanto, a seleção para P450 levará a um aumento nas características E, P e M, sem alterar as características U, R, A e S.

Faria et al. (2009a) estimaram altas correlações genéticas entre P550 e os escores visuais E, P e M avaliados aos 120 dias de idade, 0,94, 0,62 e 0,72, respectivamente. Similarmente, Pedrosa et al. (2014) obtiveram estimativa de correlação genética de 0,57 entre P550 e o escore M. Assim, espera-se que a seleção para escores visuais leve à resposta correlacionada positiva no peso ao sobreano. Entretanto, Faria et al. (2008) ressaltam que um ponto relevante para adequada interpretação dos dados e efetivo progresso genético do rebanho é a idade na qual se realiza a avaliação dos escores visuais, uma vez que em idades mais jovens, como ao desmame, os escores visuais

podem não estar bem definido e diferenças genéticas podem ser melhor detectadas em idade mais tardia.

Maiores correlações genéticas entre o peso corporal ao sobreano e o escore visual P e M de 0,42 e 0,43 foram estimadas por Koury Filho et al. (2010). Já para as correlações genética entre o peso corporal ao sobreano e o escore visual E de acordo com Koury Filho et al. (2009) e Faria et al. (2009a) foram 0,83 e 0,94, respectivamente.

A partir da correlação genética entre P450 e a característica de escore visual umbigo (0,1301), verifica-se que a seleção para P450 não promoverá mudanças significativas no escore umbigo. Resultados semelhantes foram observados por Araújo et al. (2012) que obtiveram correlação entre P550 e U de 0,081.

Não foram encontrados na literatura estudos com estimativas de correlações genéticas entre os pesos corporais às idades padrão e os escores R, A ou S. Entretanto pelos resultados obtidos neste estudo verifica-se que, ao se selecionar animais para os escores R, A ou S, não resultará em mudança no P450 ou no P205 e vice-versa.

Todas as correlações genéticas estimadas entre os escores visuais de E, P e M e os pesos corporais P205 ou P450 foram positivas e o intervalo de credibilidade não inclui o valor zero. Isso indica que, na busca por animais mais equilibrados, com maior quantidade de musculatura, melhor conformação e precocidade, os pesos corporais devem ser avaliados em conjunto com os escores visuais. Dessa forma, a seleção para P205 ou para P450 resulta em animais com melhores escores visuais E, P e M, como resposta correlacionada.

As estimativas de correlações genéticas obtidas entre os escores de avaliação visual E (Tabela 4), P (Tabela 5) e M (Tabela 6) e os pesos corporais aos 120 e aos 365 dias de idade variam de baixas a moderadas. Já as correlações genéticas entre estes mesmos escores (E, P e M) e os pesos corporais ao nascimento ou P550 foram muito baixas ou nulas. A partir destes resultados, evidencia-se que selecionar animais para E, P e M, haverá pouca alteração no peso corporal ao nascimento ou aos 550 dias de idade. Essas características podem ser melhoradas sem que acarretem problemas reprodutivos, como partos distócicos.

As maiores correlações genéticas foram estimadas entre os escores visuais E, P e M e o P365 (Tabela 4, 5, 6), de 0,6039, 0,5636 e 0,4946, respectivamente. Isso ocorre porque a maioria das avaliações visuais foram realizadas próximas aos 365 dias de idade cujo resultado similar ao obtido por Araujo et al. (2012) em bovinos Brangus.

Tabela 4. Estimativas *a posteriori* das correlações genética entre o escore visual de estrutura corporal (E) com as demais características: pesos corporais (PN, P120, P365 e P550), perímetros escrotais (PE205, PE365, PE450 e PE550) e escores de avaliação visual (PMURAS), em bovinos da raça Guzerá

Característica ¹	Média	Moda	Mediana	DP	IC(95%)
PN	0,1231	0,1096	0,1231	0,0256	0,0719 a 0,1713
P120	0,4324	0,4003	0,4324	0,0350	0,3695 a 0,5068
P365	0,6039	0,5785	0,5975	0,0617	0,4965 a 0,7438
P550	0,3878	0,5152	0,5180	0,2359	-0,0795 a 0,6035
PE205	0,0885	0,0174	0,0855	0,1798	-0,2856 a 0,4179
PE365	0,3236	0,3068	0,3262	0,1079	0,1281 a 0,5588
PE450	0,3933	0,4290	0,4338	0,2537	-0,0493 a 0,8121
PE550	0,2640	0,1019	0,2633	0,2168	-0,1583 a 0,6976
Precocidade (P)	0,1072	-0,0243	0,1183	0,2269	-0,3230 a 0,5604
Musculosidade (M)	0,0039	0,0002	0,0001	0,0691	-0,2015 a 0,1839
Umbigo (U)	-0,0812	-0,4997	-0,1200	0,3204	-0,6220 a 0,5760
Raça (R)	0,4577	0,5116	0,4780	0,2316	0,0959 a 0,8446
Aprumos (A)	0,0148	0,3983	-0,0320	0,3149	-0,5331 a 0,6488
Sexualidade (S)	0,3794	0,4375	0,3734	0,2595	-0,0390 a 0,8112

¹PN = Peso corporal ao nascimento; P120, P365, e P550 = Peso corporal padronizado para 120, 365, e 550 dias de idade, respectivamente; PE205, PE365, PE450, e PE550 = Perímetro escrotal padronizado para 205, 365, 450 e 550 dias de idade, respectivamente; IC(95%) = Intervalo com 95% de credibilidade.

Tabela 5. Estimativas *a posteriori* das correlações genética entre o escore visual de precocidade (P) com as demais características: pesos corporais (PN, P120, P365 e P550), perímetros escrotais (PE205, PE365, PE450 e PE550) e escores de avaliação visual (MURAS), em bovinos da raça Guzerá

Característica ¹	Média	Moda	Mediana	DP	IC(95%)
PN	-0,0131	-0,0266	-0,0128	0,0245	-0,0581 a 0,0356
P120	0,3267	0,3195	0,3245	0,0355	0,2592 a 0,3972
P365	0,5636	0,5613	0,5640	0,0313	0,5007 a 0,6215
P550	0,3906	0,5614	0,5316	0,2509	-0,0849 a 0,6200
PE205	0,1228	-0,0601	0,1496	0,2139	-0,2643 a 0,5677
PE365	0,6312	0,5807	0,6730	0,1576	0,3020 a 0,8631
PE450	0,7898	0,9882	0,8577	0,1743	0,4653 a 0,9940
PE550	0,3712	0,0865	0,3767	0,2193	0,0248 a 0,7710
Musculosidade (M)	0,7960	0,8829	0,8380	0,1180	0,5549 a 0,9465
Umbigo (U)	0,2330	0,2303	0,2774	0,2290	-0,2410 a 0,6541
Raça (R)	-0,1174	-0,2429	-0,1701	0,3425	-0,7175 a 0,4279
Aprumos (A)	-0,4510	-0,6893	-0,4542	0,2739	-0,9051 a -0,0113
Sexualidade (S)	0,2325	-0,0758	0,1998	0,3068	-0,2505 a 0,7393

¹PN = Peso corporal ao nascimento; P120, P365, e P550 = Peso corporal padronizado aos 120, 365, e 550 dias de idade, respectivamente; PE205, PE365, PE450, e PE550 = Perímetro escrotal padronizado aos 205, 365, 450 e 550 dias de idade, respectivamente. IC(95%) = Intervalo com 95% de credibilidade.

Estimativas de correlações genéticas medianas a altas entre os escores visuais E, P e M e o peso ao sobreano foram obtidas por Koury Filho et al. (2009) em bovinos Nelore e por Bertipaglia et al. (2012) em bovinos Brahaman, com valores variando de 0,42 a 0,83, respectivamente, os autores usaram o REML. Esses resultados são

divergentes dos obtidos no presente estudo. Vale ressaltar que ao se empregarem diferentes metodologias para a estimação dos parâmetros genéticos também é esperado que haja diferenças nas estimativas destes parâmetros. Outro fato que também pode influenciar as estimativas dos parâmetros genéticos é a base genética da população, que no caso dos estudos relatados anteriormente, se referem a animais da raça Nelore e Brahman.

Tabela 6. Estimativas *a posteriori* das correlações genética entre o escore visual de musculabilidade (M) com as demais características: pesos corporais (PN, P120, P365 e P550), perímetros escrotais (PE205, PE365, PE450 e PE550) e escores de avaliação visual (URAS), em bovinos da raça Guzará

Característica ¹	Média	Moda	Mediana	DP	IC(95%)
PN	0,0239	-0,0015	0,0242	0,0236	-0,0216 a 0,0699
P120	0,2425	0,2221	0,2413	0,0313	0,1839 a 0,3049
P365	0,4946	0,4637	0,4942	0,0365	0,4234 a 0,5675
P550	0,3251	0,4441	0,4372	0,2057	-0,0748 a 0,5300
PE205	-0,0167	-0,4449	0,0038	0,3405	-0,5855 a 0,4773
PE365	0,6268	0,3806	0,6715	0,1631	0,2982 a 0,8747
PE450	0,4795	0,5417	0,5502	0,2646	-0,0071 a 0,8746
PE550	0,3615	-0,1366	0,4174	0,3244	-0,2053 a 0,8694
Umbigo (U)	0,1318	0,1133	0,1453	0,2518	-0,3909 a 0,6225
Raça (R)	0,3649	0,7168	0,3974	0,2743	-0,1448 a 0,7812
Aprumos (A)	0,2263	0,3848	0,2366	0,2707	-0,2430 a 0,7355
Sexualidade (S)	0,6213	0,7303	0,6734	0,1736	0,2300 a 0,8500

¹PN = Peso corporal ao nascimento; P120, P365, e P550 = Peso corporal padronizado para 120, 365, e 550 dias de idade, respectivamente; PE205, PE365, PE450, e PE550 = Perímetro escrotal padronizado para 205, 365, 450 e 550 dias de idade, respectivamente. IC(95%) = Intervalo com 95% de credibilidade.

De acordo com Araújo et al. (2012) maiores correlações genéticas são esperadas entre os escores visuais de P e M com os pesos corporais, porque estes escores descrevem o potencial para produção de carne do animal como um todo, ou seja, são componentes diretos do peso corporal do animal. Dessa forma, aquela característica que se mostrar de mais fácil mensuração, com maior herdabilidade e menor influencia do avaliador, é a característica que deve ser usada na seleção dos animais.

As estimativas das correlações genéticas entre os escores visuais E (Tabela 4), P (Tabela 5) e M (Tabela 6) e perímetro escrotal ajustado para 205, 365, 450 e 550 dias de idade variaram de baixa a média magnitude, com exceção da correlação entre os escores visuais e PE205. As baixas correlações genéticas observadas para o perímetro escrotal ajustado aos 205 dias de idade e os escores visuais podem ser atribuídas, em parte, ao menor número de informações envolvidas nas análises das características. Observa-se também que o intervalo de credibilidade com 95% foram maiores para estas correlações

genéticas. Segundo Faria et al. (2009c), estes resultados podem indicar que os valores iniciais dos componentes de variância e as informações provenientes dos dados fenotípicos não foram suficientes para o estabelecimento da distribuição *a posteriori* desses parâmetros genéticos.

As maiores correlações genéticas foram estimadas entre o escore P e os PE365 (0,6312) e PE450 (0,7898) e ainda entre o escore M e PE365 (0,6268). Essas correlações genéticas mais elevadas ocorreram porque o escore de M está associado a animais com maior musculatura e P com a deposição de gordura, espera-se, portanto, que animais com maior musculatura e deposição de gordura subcutânea sejam mais precoces, precocidade essa que está associada ao maior perímetro escrotal. Assim, programas de seleção de bovinos Guzerá podem empregar os escores precocidade (P) e musculosidade (M) como critérios para escolha de reprodutores obtendo como resposta correlacionada ganhos no perímetro escrotal dos animais.

As correlações genéticas entre E, P e M e o perímetro escrotal padronizado para 205 e 550 dias de idade são similares às relatadas na literatura. Em trabalhos com animais Nelores, Boligon e Albuquerque (2010), observaram correlações genéticas entre precocidade (P) e musculosidade (M), e o perímetro escrotal medido aos 550 dias de idade variando de 0,19 a 0,31. Os autores concluíram que apesar de a seleção direta para o perímetro escrotal ser a forma mais eficiente de se obterem melhorias na característica, mas a seleção para os escores visuais além de permitir animais com biótipos compatíveis com o sistema de produção pode ser alternativa para melhorar a fertilidade e a precocidade de rebanhos de bovinos de corte. Pedrosa et al. (2014) estimaram correlação genética de magnitude próxima a deste estudo entre musculosidade e o perímetro escrotal pós-desmama, com valor de 0,35, também em animais da raça Nelore.

Bertipaglia et al. (2012) estimaram correlações genéticas entre as características de E (0,13) e P (0,02) e M (0,09) e o perímetro escrotal e concluíram que os escores visuais não possuem associação genética com a perímetro escrotal. Resultados estes divergentes dos observados neste estudo, uma vez que as correlações genéticas entre E, P e M, e o perímetro escrotal avaliado a partir dos 365 dias de idade foram positivas e de magnitudes medianas.

Esperava-se que a precocidade tivesse associação genética positiva com o perímetro escrotal uma vez que, ao se avaliarem os escores de precocidade, buscam-se animais com maior deposição de gordura e espera-se que estes sejam os animais mais

precoces porque os animais começam a depositar gordura quando já atingiu a idade a puberdade. De acordo com Boligon e Albuquerque (2010), ao se utilizarem os escores visuais como critérios de seleção, as correlações genéticas entre estes e as características reprodutivas devem ser consideradas, uma vez que o desempenho reprodutivo dos animais é um dos fatores determinantes da eficiência total do sistema de produção de bovinos de corte. A utilização dos escores de avaliação visual nos índices de seleção pode aumentar a frequência de genes desejáveis para a fertilidade e precocidade sexual.

As estimativas de correlações genéticas entre as características estrutura corporal, precocidade e musculabilidade foram todas positivas. Entre precocidade e musculabilidade a correlação genética foi mais expressiva, uma vez que animais com fenótipos mais precoces apresentam maior desenvolvimento de massa muscular. Menores estimativas de correlações genéticas entre os escores de estrutura corporal podem ser explicadas porque os bovinos de origem Zebuína são animais altos, compridos e com costelas pouco profundas resultando em avaliações visuais com escore alto para estrutura corporal e baixo para precocidade (Koury Filho et al., 2009).

As baixas correlações genéticas $E \times P$ e $E \times M$ (0,1072 e 0,0039, respectivamente) corroboram as baixíssimas estimativas obtidas por Weber et al. (2009b) entre os escores de tamanho corporal e as características de musculabilidade e precocidade (0,09 e 0,01, respectivamente) em animais da raça Aberdeen Angus. Os autores afirmam que estas características são geneticamente independentes, ou seja, não são controladas pelos mesmos grupos de genes. Verifica-se, portanto, que animais de estrutura corporal maior não apresentam, necessariamente, acabamento mais tardio. Por outro lado, Koury Filho et al. (2009), ao trabalharem com animais Nelore, encontraram maiores estimativas de correlação genética entre E e P (0,49) e entre $E \times M$ (0,63).

A estimativa de correlação genética entre P e M (Tabela 5) destaca o alto grau de associação genética entre estas evidenciando que o progresso genético na precocidade levará ao melhoramento da musculabilidade e vice-versa. Resultados similares foram obtidos por Weber et al. (2009a, b) em animais Aberdeen Angus (0,79 e 0,89, respectivamente) e ainda por Koury Filho et al. (2009), em animais Nelore (0,90). As estimativas de correlações genéticas envolvendo E e os demais escores (U , R , A e S) ou entre P e os demais escores (U , R , A e S) ou ainda entre M e os escores U , R e A , foram todas baixas ou nulas, evidenciando que se tratam de características geneticamente independentes e, portanto, para se obter melhoramento em todas elas, há necessidade da

inclusão deles em um índice de seleção. Resultados similares foram obtidos por Faria et al. (2009b) e por Araújo et al. (2012)

Destaca-se, entretanto, que a correlação genética alta entre M e S (0,6213), indica que os grupos de genes que controlam estas características são semelhantes e que ganhos genéticos em uma característica resultaria em ganhos genéticos em outra como resposta correlacionada.

De acordo com Koury Filho et al. (2009), mais estudos envolvendo as análises de características morfológicas em outras populações e a avaliação de maior número de dados são desejáveis para que se possa quantificar, de maneira correta, os ganhos genéticos utilizando as características de escore visual na seleção dos animais. De fato, estudos que avaliam as correlações genéticas entre todas estas características de escore visual (E, P, M, U, R, A e S) são escassos e, os resultados entre algumas dessas associações são obtidas inconsistentes. Assim, mais estudos com diferentes populações e raças, e ainda utilizando outras abordagens de análises são necessários para o melhor entendimento entre as correlações genéticas avaliando esses escores. Espera-se que a seleção de animais com melhores escores visuais melhore a velocidade de crescimento e favoreça a composição dos índices de seleção em bovinos da raça Guzerá.

Conclusão

A seleção com base no peso à desmama irá proporcionar mudanças genéticas favoráveis na maioria das características estudadas, exceto no pesos ao nascimento e nas características de escores visuais de R, A e S.

A seleção para peso corporal avaliado aos 450 dias de idade pode ser eficaz e produzir importantes respostas correlacionadas para os pesos corporais avaliados em outras idades, bem como no perímetro escrotal e escores visuais de E, P, sem alterar o peso corporal ao nascimento.

Mudanças genéticas positivas são esperadas no perímetro escrotal ao se selecionar os animais com base nas características de estrutura corporal, precocidade ou musculabilidade. Dessa forma no intuito de avaliar o maior número de animais possível e sem gerar grandes estresses seria possível selecionar indiretamente os animais para melhores perímetros escrotais através da avaliação visual dos escores de E, P e M.

A seleção para melhorar os escores visuais de E, P e M podem levar a alterações desejadas nas características de pesos corporais nas diferentes idades-padrão. Entretanto

a resposta correlacionada para essas características pode levar a ganhos genéticos mais baixos do que se elas estivessem sendo selecionadas diretamente.

Agradecimento

Os autores agradecem à CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo suporte financeiro, e à ABCZ pela cessão dos dados.

Referências Bibliográficas

ABDEL AZIM, G.A.; BERGER, P.L. Properties of threshold model predictions. **Journal of Animal Science**, v.77, n.3, p.582-590, 1999.

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

BARICHELO, F.; ALENCAR, M.M.D.; TORRES JÚNIOR, R.A.D.A.; SILVA, L.O.C.D. Herdabilidade e correlações quanto a peso, perímetro escrotal e escores visuais à desmama, em bovinos Canchim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.6, p.563-570, 2010.

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

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**, v.37, n.4, p.596-601, 2008.

BOLIGON, A.A.; ALBUQUERQUE, L.D.; MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; Herdabilidades e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2320-2326, 2009a.

BOLIGON, A.A.; SILVA, J.A.V.; SESANA, R.C.; SESANA, J.C.; JUNQUEIRA, J.B.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimation of genetic parameters for body weights, scrotal circumference, and testicular volume measured at different ages in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.88, n.4, p.1215-1219, 2009b.

BOLIGON, A.A.; MERCADANTE, M.E.Z.; FORNI, S.; LÔBO, R.B. Covariance functions for body weights from birth to maturity in Nelore cows. **Journal of Animal Science**, v.88, n.3, p.849-859, 2010.

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

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

BRUMATTI, R.C. FERRAZ, R.C., ELER, J.P. Desenvolvimento de índices de seleção em gado de corte sob enfoque de um modelo bioeconômico. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.230, p.205-213, 2011.

BULLOCK, K.D.; BERTRAND, J.K.; BENYSHERK, L.L. Genetic and environmental parameters for mature weight and other growth measures in Polled Hereford cattle, **Journal of Animal Science**, v.71, n.7, p.1737-1741, 1993.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. Introduction to quantitative genetics. 4th ed. **Longmans Green**, Harlow, UK. 1996. p.480.

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; ALBUQUERQUE, L.G.de; REYES, A. de los; BEZERRA, L.A.F.; LOBO, R.B. Análise genética de escores de avaliação visual de bovinos com modelos bayesianos de limiar e linear. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.835-841, 2008.

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

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

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; ALBUQUERQUE, L.G.de; REYES, A.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B. Análise bayesiana na estimação de correlações genéticas entre escores visuais e características reprodutivas de bovinos Nelore utilizando modelos linear-limiar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.4, p.949-958, 2009c.

FRIZZAS, O.G.; GROSSI, D.A.; BUZANSKAS, M.E.; PAZ, C.C.P.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, J.A.; MUNARI, D.P. Heritability estimates and genetic correlations for body weight and scrotal circumference adjusted to 12 and 18 months of age for male Nellore cattle. **Animal**, v.3, n.3, p.347-351, 2009.

GEWEKE, J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments. In: BERNARDO, J.M.; BERGER, J.O.; DAWID, A.P.; SMITH, A.F.M. **Bayesian statistics 4**. New York: Oxford University, 1992. p.625-631.

GIANOLA, D.; FERNANDO, R.L. Bayesian methods in animal breeding theory. **Journal of Animal Science**, v.63, n.2, p.217-244, 1986.

GIANOLA, D.; FOULLEY, J.L. Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. **Genetics Selection Evolution**, v.15, n.2, p.201-224, 1983.

GIANOLA, D.; SORENSEN, D. Likelihood, Bayesian, and MCMC methods in quantitative genetics. New York: **Springer-Verlag**, 2002. 740p.

HOESCHELE, I.; GIANOLA, D. Bayesian versus maximum quasi-likelihood methods for sire evaluation with categorical data. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.6, p.1569-1577, 1988.

JOSAHKIAN, L.A.; MACHADO, C.H.C.; KOURY FILHO, W. Programa de melhoramento geético das raças zebuínas – **Manual de Operação**. Uberaba, MG: ABCZ, p.98, 2003.

KOCH, R.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E. Cumulative selection and genetic change for weaning or yearling weight plus muscle score in Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, n.4, p.864-885, 1994.

KOURY FILHO, W. Análise genética de escores de avaliações visuais e suas respectivas relações com desempenho ponderal na raça Nelore. 82f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, 2001.

KOURY FILHO, W.; JUBILEU, J.S.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; PEREIRA, E.; CARDOSO, E.P. Parâmetros genéticos para escore de umbigo e características de produção em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.5, p.594-598, 2003.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L.G.D.; ALENCAR, M M.D.; FORNI, S.; SILVA, J.A.I.; 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.; DE ALBUQUERQUE, L.G.; FORNI, S.; AUGUSTO II, J.V.S.; YOKOO, M.J.; ALENCAR, M.M. de. Estimativas de parâmetros genéticos para os escores visuais e suas associações com peso corporal em bovinos de corte1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1015-1022, 2010.

LAUREANO, M.M.M.; BOLIGON, A.A.; COSTA, R.B.; FORNI, S.; SEVERO, J.L.P.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.949-958, 2011.

LIRA, T.; ROSA, E.M.; GARNERO, A.V. Parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte (revisão). **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.1, p.1-22, 2008.

LOAIZA-ECHEVERRI, A.M.; TORAL, F.L.B.; BERGMANN, J.A.G.; OSORIO, J.P.; CARMO, A.S.; HENRY, M. Selection criteria for sexual precocity in Guzerat bulls raised under grazing conditions. **Journal of Animal Science**, v.91, n.10, p.4633-4640, 2013.

MEIJERING, A.; GIANOLA, D. Linear versus nonlinear methods of sire evaluation for categorical traits: a simulation study. **Genetics Selection Evolution**, v.17, n.1, p.115-131, 1985.

MELLO, S.de; ALENCAR, M.M.de; TORAL, F.L.B; GIANLORENÇO, V.K. Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento e produtividade em vacas da raça Canchim, utilizando-se inferência bayesiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.92-97, 2006.

MEYER, K.; JOHNSTON, D.; GRASER, H. Estimates of the complete genetic covariance matrix for traits in multi-trait genetic evaluation of Australian Hereford cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.55, n.2, p.195-210, 2004.

MISZTAL, I.; TSURUTA, S.; STRABEL, T.; AUVRAY, B.; DRUET, T.; LEE, D.H. BLUPF90 and related programs (BGF90). In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7. Montpellier. **Proceedings**. Montpellier: INRA: CIRAD, 2002.

PEDROSA, V.B.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.; GROENEVELD, E. Use of weaning management group as a random effect for a more robust estimation of genetic parameters for post-weaning traits in Nellore cattle. **Genetics and Molecular Research**, v.13, n.3, p.7013-7021, 2014.

PEREIRA, M.C.; YOKOO, M.J.; BIGNARDI, A.B.; SEZANA, J.C.; ALBUQUERQUE, L.G. Altura da garupa e sua associação com características reprodutivas e de crescimento na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.6, p.613-620, 2010.

R CORE TEAM (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <<http://www.R-project.org/>>.

ROBERTSON, A. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. **Biometrics**, v.15, n.3, p.469-485, 1959.

SANTOS, P.F.; MALHADO, C.H.M.M.; CARNEIRO, P.L.S.; MARTINS FILHO, R.; AZEVEDO, D.M.M.R.; CUNHA, E.E.; FERRAZ FILHO, P.B. Correlação genética, fenotípica e ambiental em características de crescimento de bovinos da raça Nelore variedade mocha. **Archives of Veterinary Science**, v.10, n.2, p.55-60, 2005.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **User's Guide**. North Caroline: SAS Institute Inc., 2002.

SILVA, J.A.V.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; OLIVEIRA, H.N. Análise genética da habilidade de permanência em fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.598-604, 2003.

SILVA, J.A.V.; DIAS L.T.; ALBUQUERQUE, L.G. Estudo genético de precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1568-1572, 2005.

SILVA, M.R.; PEDROSA, V.B.; SILVA, J. C. B.; ELER, J. P.; GUIMARÃES, J. D.; ALBUQUERQUE, L.G. Testicular traits as selection criteria for young Nellore bulls. **Journal of Animal Science**, v.89, n.7, p.2061-2067, 2011.

SORENSEN, D.A.; ANDERSEN, S.; GIANOLA, D; KORSGAARD, I. Bayesian inference in threshold models using Gibbs sampling. **Genetics Selection Evolution**, v.27, n.3, p.229-249, 1995.

WEBER, T.; RORATO, P.R.N.; LOPES, J.S.; COMIN, J.G.; DORNELLES, M.A.; ARAÚJO, R.O. Parâmetros genéticos e tendências genéticas e fenotípicas para características produtivas e de conformação na fase pré-desmama em uma população da raça Aberdeen Angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.832-842, 2009a.

WEBER, T.; RORATO, P.R.N.; LOPES, J.S.; COMIN, J.G.; DORNELLES, M.D.A.; ARAÚJO, R.O.D. Parâmetros genéticos e tendências genéticas e fenotípicas para escores visuais na fase pós-desmama de bovinos da raça Aberdeen Angus. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.832-837, 2009b.

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