

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

**ANÁLISE GENÉTICA DE ESCORES VISUAIS E SUA  
RELAÇÃO COM CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE  
ANIMAIS DA RAÇA NELORE**

**Flavia Motta Paterno  
Zootecnista**

**2015**

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

**ANÁLISE GENÉTICA DE ESCORES VISUAIS E SUA  
RELAÇÃO COM CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE  
ANIMAIS DA RAÇA NELORE**

**Flavia Motta Paterno**

**Orientador: Profa. Dra. Sandra Aidar de Queiroz**

**Coorientadores: Dr. William Koury Filho**

**Dr. Marcos Eli Buzanskas**

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

**2015**

Paterno, Flavia Motta

P295a Análise genética de escores visuais e sua relação com características reprodutivas de animais da raça Nelore / Flavia Motta Paterno. – – Jaboticabal, 2015

xii, 88 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015

Orientadora: Sandra Aidar de Queiroz

Coorientadores: William Koury Filho, Marcos Eli Buzanskas

Banca examinadora: Roberto Carvalheiro, Patrícia Tholon

Bibliografia

1. *Bos indicus*. 2. Escores visuais. 3. Estimativas de parâmetros. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.082:636.2

# CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

**Flavia Motta Paterno** – Nascida em 29 de maio de 1990, em Ribeirão Preto – SP, é filha de José Flavio Tosta Paterno e Fátima Regina Motta Paterno e irmã mais velha de Fábio Motta Paterno e Fabiana Motta Paterno. No ano de 2008, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Estadual Paulista (Fcap – Campus Jaboticabal) e aos 8 de março de 2013 colou grau. Durante a faculdade, com a orientação da Profa. Dra. Sandra Aidar de Queiroz, foi bolsista PIBIC/CNPq da Unesp nos anos de 2009/2010 com o projeto: “Domesticação de perdizes (*Rhynchotus rufescens*): seleção divergente para adaptação ao cativeiro”. Em 2011/2012, foi bolsista PIBIC/CNPq da EMBRAPA-CPPSE com o projeto: “Avaliação genética dos parâmetros da curva de crescimento de bovinos da raça Nelore”. Seu projeto na Embrapa resultou no Trabalho de Conclusão de Curso, tendo a Profa. Dra. Sandra Aidar de Queiroz como orientadora e a Dra. Patrícia Tholon como coorientadora. Em julho de 2015, obteve o título de Mestre em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal (FCAV–UNESP/Jaboticabal), onde foi bolsista da CAPES no período de agosto de 2013 a fevereiro de 2015.

## EPIGRAGE

There's a hero, if you look inside your heart  
You don't have to be afraid of what you are  
There's an answer, if you reach into your soul  
And the sorrow that you know will melt away  
And then a hero comes along, with the strength to carry on  
And you cast your fears aside, and you know you can survive  
So when you feel like hope is gone  
Look inside you and be Strong  
And you'll finally see the truth, that a hero lies in you  
It's a long road, when you face the world alone  
No one reaches out a hand for you to hold  
You can find love, if you search within yourself  
And the emptiness you felt will disappear  
Lord knows, dreams are hard to follow  
But don't let anyone, tear them away  
Just hold on, there will be tomorrow  
In time, you'll find the way  
That a hero lies in You

**Mariah Carey / Walter Afanasieff**

**Aos meus amados pais,**

José Flavio e Fátima, pelo apoio e confiança. Obrigada por sempre acreditarem em mim e em todos os momentos me darem forças para continuar. Minha meta é sempre orgulhar vocês e me tornar uma pessoa merecedora de tudo o que vocês sempre fizeram por mim!

**Aos meus irmãos,**

Fábio e Fabiana, pelas alegrias e companheirismo. Com o amor de vocês me sinto forte e protegida. Obrigada por sempre estarem ao meu lado. Ao lado de vocês eu vou até o fim!

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre olhar por mim e guiar meus passos;

À minha orientadora Sandra A. Queiroz e coorientadores William Koury Filho e Marcos Buzanskas por todas as oportunidades, ensinamentos e ajuda no decorrer de todo meu mestrado;

À família Brasil com Z: William, Ângela, Nicole, Fernando e Naomi. Obrigado pelo apoio e confiança no meu trabalho;

À Beatriz Biagi e toda a família Beabisa, pela oportunidade, ensinamentos e amizade;

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP – Fcav – Campus Jaboticabal) e a todos funcionários e docentes por todos os instrumentos e ensinamentos que me foram oferecidos;

À ANCP pela concessão dos dados, pois sem ela esse trabalho não seria possível;

À Capes pela ajuda financeira;

À nossa segunda mãe, Bel, por sempre cuidar de nós;

Aos meus tios Ricardo e Célia, pelo amor, carinho, confiança e apoio;

Aos meus avós maternos Alice e Mábio pelas orações pedindo nossa proteção, pelo amor, apoio, carinho e conselhos;

Aos meus avôs paternos, Vovô Flaviano (*in memorian*) e Vovó Dica (*in memorian*) por serem meus anjos da guarda e estarem sempre olhando por mim;

À minha tia, Cristiane e aos meus primos, Gabriel, Antônio e Tomaz que, mesmo com a distância, sempre torceram por mim;

Ao meu Padrinho (João) e à minha Madrinha (Branca), por me fazerem sentir amada e protegida;

Ao Prof<sup>o</sup> Camacho pelo apoio e conselhos;



Aos amigos da família, muito obrigada pelo apoio, carinho e consideração que sempre tiveram por mim e por minha família;

Ao Guilherme por ser meu amigo e estar ao meu lado durante todos os anos de faculdade e mestrado. Sem o seu apoio e estímulo, não conseguiria alcançar mais esse objetivo;

Ao Walter, Maria Thereza e Renato, pela confiança, apoio e amizade. Obrigada por sempre me receberem tão bem;

Aos amigos Antônio (Trinka-Ferro) e Rafaela, pela amizade e por colocarem a princesa Lara em nossas vidas. Madrinha é muito mais feliz;

Aos amigos(as) Ana Luiza (Faísca), Carolina (Pantufa), Fabieli (Putrícia), Flavia (Rolinha), Henrique (Zé Conde), Juliana Vianna, Lélia (Taradona) e Letícia (Leoa) pela amizade que continua e se fortalece;

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

<b>SUMÁRIO</b>	<b>Página</b>
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	<b>1</b>
1 - INTRODUÇÃO .....	1
2 - REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1- Idade ao Primeiro Parto .....	3
2.2 – Precocidade Sexual .....	4
2.3- Habilidade de Permanência (Stayability) .....	5
2.4- Pesos Corporais .....	6
2.5- Avaliação Visual .....	8
3 - OBJETIVOS.....	14
4 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
<b>CAPÍTULO 2 – ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E AMBIENTAIS PARA CARACTERÍSTICAS DE AVALIAÇÃO VISUAL E PESOS PADRONIZADOS À DESMAMA E AO SOBREANO DE ANIMAIS DA RAÇA NELORE</b> .....	<b>24</b>
RESUMO .....	24
1 - INTRODUÇÃO .....	25
2 - MATERIAL E MÉTODOS .....	27
2.1 - Banco de Dados Fenotípicos.....	27
2.2 - Análise Genética.....	28
3 - RESULTADOS.....	31
3.1 – Estatísticas descritivas.....	31
3.2 – Teste da razão de verossimilhança (LRT) .....	32
3.3 – Estimativas de herdabilidade e da proporção de ambiente permanente materno.....	33
3.4 – Estimativas de correlações genéticas, ambientais e fenotípicas .....	36
4 - DISCUSSÃO.....	39
4.1 – Estatísticas descritivas.....	39
4.2 – Definição do modelo mais adequado para as características à desmama .....	39
4.3 – Herdabilidades das características estudadas.....	40
4.4 – Estimativas de correlações entre características .....	41
5 - CONCLUSÃO .....	43
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

<b>CAPÍTULO 3 – ANÁLISE GENÉTICA DE CARACTERÍSTICAS DE AVALIAÇÃO VISUAL E PESO PADRONIZADO AO SOBREANO E SUAS RELAÇÕES COM CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE ANIMAIS DA RAÇA NELORE .....</b>	<b>49</b>
RESUMO .....	49
1 - INTRODUÇÃO .....	50
2 - MATERIAL E MÉTODOS .....	52
2.1 - Banco de Dados Fenotípicos.....	52
2.2 - Análise Genética.....	53
3 – RESULTADOS.....	56
3.1 – Estatísticas descritivas.....	56
3.2 – Estimativas de herdabilidade .....	56
3.3 – Estimativas de correlações entre as características estudadas.....	57
4 - DISCUSSÃO.....	60
4.1 – Herdabilidades das características estudadas.....	60
4.2 – Estimativas de correlações entre as características estudadas.....	61
5 - CONCLUSÃO .....	65
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
<b>CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>72</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>82</b>

## ANÁLISE GENÉTICA DE ESCORES VISUAIS E SUA RELAÇÃO COM CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE ANIMAIS DA RAÇA NELORE

**RESUMO** – Neste estudo, foram estimadas herdabilidades e correlações genéticas, fenotípicas e ambientais para as características estrutura, precocidade e musculosidade à desmama (ED, PD, MD) e ao sobreano (ES, PS e MS), peso padronizado aos 210 e 450 dias de idade (P210 e P450, respectivamente), idade ao primeiro parto (IPP), probabilidade de parto precoce (3P) e habilidade de permanência no rebanho (STAY) em bovinos da raça Nelore participantes de programa de melhoramento genético. O conjunto de dados utilizado foi composto por registros de 37.826 animais e pedigree contendo 88.213 animais. O método dos quadrados mínimos foi utilizado para definição de efeitos fixos considerados nos modelos de estimação de parâmetros. Foram testados quatro modelos de estimação, em análises uni-característica por meio do método da máxima verossimilhança restrita, sob modelo animal. Para as características mensuradas ao desmame, verificou-se a necessidade de inclusão dos efeitos genético materno e de ambiente permanente materno no modelo de estimação. Para as características medidas ao sobreano e características reprodutivas, o modelo foi composto pelo efeito aleatório genético direto de animal e residual. As estimativas dos parâmetros genéticos, ambientais e fenotípicos foram obtidas em análises uni e bi-características, por meio de análise bayesiana. Estimativas de herdabilidade média, obtidas por análises bi-característica, foram iguais a 0,28, 0,30, 0,27 e 0,28, para ED, PD, MD e P210, respectivamente. Para as características mensuradas ao sobreano, as estimativas médias de herdabilidade variaram entre 0,40 e 0,37 (ES), 0,44 e 0,42 (PS), 0,39 e 0,37 (MS) e 0,50 e 0,48 (P450). As características medidas em diferentes idades (desmame e sobreano) apresentaram altas correlações genéticas, sendo iguais a 0,96 entre ED e ES, PD e PS e P210 e P450; e 0,94 entre MD e MS. As herdabilidades das características reprodutivas foram 0,18, 0,38 e 0,20 para IPP, 3P e STAY, respectivamente. As correlações genéticas entre IPP, 3P e STAY, com as características de avaliação visual e peso, foram favoráveis, indicando que ao selecionar animais de maior peso e maiores valores de ES, PS e MS, indiretamente estará selecionando animais de menores IPP e com sucesso nas características 3P e STAY. Concluiu-se que os efeitos aleatórios genético materno e de ambiente permanente materno devem ser considerados em avaliações genéticas para características de escores visuais ao desmame e peso aos 210 dias de idade em bovinos da raça Nelore. A seleção de animais com melhores valores na avaliação visual, serão animais mais precoces sexualmente, com maior permanência no rebanho e com maior peso ao sobreano. Recomenda-se desafiar as novilhas à reprodução em idades jovens, permitindo identificar e selecionar fêmeas de melhor precocidade sexual e que permanecerão mais tempo produtivas no rebanho. As características estudadas podem ser incluídas nos critérios de seleção desse programa de melhoramento genético.

**Palavras-chave:** *Bos indicus*, escores visuais, estimativas de parâmetros, métodos bayesianos, melhoramento genético.

## GENETIC EVALUATION FOR VISUAL SCORES AND THEIR RELATIONSHIPS WITH REPRODUCTIVE TRAITS IN NELORE CATTLE

**ABSTRACT** – The aim of this study was to estimate the heritability and the genetic, phenotypic and environmental correlations for visual scores (structure, precocity and musculature at weaning and yearling), body weight at 210 and 450 days of age, age at first calving, heifer pregnancy and stayability in Nelore beef cattle participating in a breeding program. The data set consisted on information of 37,826 animals and 88,213 animals in the pedigree. The least square method was used to define the fixed effects for parameters estimation. For traits measured at weaning, four estimation models were tested using single-trait analysis, by means of the restricted maximum likelihood method, using the animal model. Was considered additive and residual random effects (Model 1); additive, maternal and residual random effects (Model 2); additive, maternal permanent environment and residual random effects (Model 3); and additive, maternal, maternal permanent environment and residual random effects (Model 4). Model 1 was used for yearling and reproductive traits. The genetic parameters were determined by single and two-trait analyses using Bayesian methodology. Estimates of average heritability obtained in two-trait analyses, were equal to 0.28, 0.30, 0.27, and 0.28, for structure, precocity and musculature at weaning and body weight at 210 days of age. For yearling traits, the average heritability estimates varied from 0.40 to 0.37 (structure), 0.44 to 0.42 (precocity), 0.39 to 0.37 (musculature), and 0.50 to 0.48 (body weight at 450 days of age). The traits measured at different ages (weaning and yearling) had high genetic correlation: 0.96 for structure, precocity and weight, and 0.94 for musculature. The mean heritability estimate for IPP, 3P and STAY were equal to 0.18, 0.38 and 0.20, respectively. The genetic correlations between visual scores and reproductive traits were favorable, indicating that when selecting animals of greater weight and higher values of ES, PS and MS, indirect responses would result in lower IPP and more success for 3P and STAY. It was concluded that the inclusion of maternal genetic effects and maternal permanent environment effects for weaning traits were necessary. The selection of animals with better visual scores would benefit sexual precocity and stayability and improve the yearling weight. It is recommended to challenge heifers to reproduce at younger ages that allowing identify and select the most precocious animals and that will remain the more productive time in the herd. All the traits can be included in the selection criteria of this breeding program.

**Keywords:** Animal breeding, Bayesian methods, *Bos indicus*, parameter estimates, visual scores.

## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1 - INTRODUÇÃO**

A bovinocultura no Brasil é uma importante atividade geradora de renda e apresenta-se em expansão devido à demanda dos mercados nacional e internacional. Com rebanho de 194,8 milhões de cabeças, o Brasil é o segundo maior produtor de carne bovina no mundo, e em 2013 abateu 42,0 milhões de cabeças, o que resultou na produção de mais de 8,3 milhões de toneladas de equivalente-carcaça de carne bovina (ANUALPEC, 2014).

Como qualquer atividade econômica, o objetivo da bovinocultura é maximizar o lucro e atender às responsabilidades socioambientais. Para que haja evolução na cadeia produtiva são necessários investimentos em pesquisas relacionadas ao manejo nutricional, bem-estar dos animais e no melhoramento genético. Desta forma, espera-se utilizar animais mais eficientes e adaptados ao sistema de produção no país, assim como adequada exploração das áreas de produção que, em sua maioria, são compostas por sistemas de pastejo extensivos.

Na pecuária de corte, muitas são as variáveis que devem ser analisadas, gerenciadas e otimizadas para que se obtenha maior produtividade. Características produtivas e reprodutivas são importantes do ponto de vista econômico, pois é por meio da avaliação destas que animais eficientes serão identificados. Para tal, o melhoramento genético dos rebanhos, realizado por meio de seleção, deve ser conduzido obedecendo aos critérios de seleção compostos por características de interesse econômico. É essencial que os objetivos de seleção estejam bem estabelecidos, levando em consideração o sistema de produção e o mercado (ALENCAR, 2002).

A seleção em bovinos de corte no Brasil, em sua maioria, tem como base a utilização de pesos padronizados em diferentes idades e ganhos de peso (QUEIROZ et al., 2013). Porém, programas de melhoramento genético baseados somente em características de desenvolvimento ponderal, como o ganho em peso, não são adequados, pois a composição corporal também precisa ser levada em consideração (CARDOSO et al., 2001). Assim, a avaliação por escores visuais

é considerada adequada para identificar animais de melhor conformação produtiva. De acordo com Nicholson e Butterworth (1986), maior quantidade de animais pode ser avaliada visualmente sem a necessidade de mensurações. Logo, o processo de avaliação é mais ágil, menos estressante para os animais e de baixo custo de implantação.

Além das características obtidas por meio da avaliação visual, maior produtividade do rebanho pode ser alcançada utilizando-se a seleção com base em características reprodutivas. Estas estão diretamente ligadas à precocidade sexual e fertilidade dos animais, no entanto, a seleção para estas características não é simples e até mesmo a colheita de dados, análises estatísticas e predição dos valores genéticos podem ser mais complexas (SILVA et al., 2005). De acordo com Buzanskas et al. (2010), em estudo com animais da raça Canchim, estimativas de herdabilidade para características reprodutivas, em geral, possuem baixas magnitudes, indicando lento progresso genético.

Segundo Brumatti et al. (2002), em estudo de simulação que considerou condições típicas dos sistemas de produção de bovinos de corte brasileiros, características reprodutivas de fêmeas foram 3,4 vezes mais importantes economicamente do que as características de crescimento, quando consideradas no índice de seleção. Bittencourt et al. (2006) e Formigoni et al. (2005) estimaram valores econômicos para características de importância em bovinos de corte no Brasil, e verificaram que características ligadas à eficiência reprodutiva foram mais relevantes que as demais.

Para alcançar o objetivo da atividade, o bovinocultor deve analisar todas as características de interesse econômico e utilizá-las para melhorar sua produção e aumentar o lucro. Uma alternativa é a utilização da seleção dos animais com critérios de seleção definidos. Dessa forma, neste trabalho, foram analisadas as características de avaliação visual, peso e reprodutivas que são de interesse dos produtores e que se utilizadas de maneira correta irá gerar um ganho genético ao rebanho.

## 2 - REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1- Idade ao Primeiro Parto

A capacidade produtiva na bovinocultura de corte possui grande dependência de bons índices reprodutivos das vacas (YAVAS; WALTON, 2000). Dentre as características reprodutivas de fêmeas avaliadas em programas de melhoramento genético, a idade ao primeiro parto é comumente utilizada com o objetivo de identificar animais precoces e, à medida em que esta é reduzida, espera-se retorno mais rápido do investimento, aumento da vida útil da fêmea, maior intensidade de seleção e redução do intervalo de gerações (SHORT et al., 1994).

A idade ao primeiro parto marca o início do processo produtivo de uma fêmea no rebanho e, dessa forma, sua antecipação está diretamente ligada à eficiência e lucratividade da produção de carne bovina e pode ser utilizada como critério de seleção (DIAS et al., 2004a). No entanto, características ligadas à precocidade sexual, principalmente em fêmeas, quando comparadas às características de peso corporal, são pouco utilizadas nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil, devido à menor variabilidade genética aditiva e menor intensidade de seleção realizada em fêmeas (KOOTS et al., 1994; ALENCAR, 2002; NEVES et al., 2009).

Na literatura consultada, as estimativas de herdabilidade podem variar conforme a metodologia utilizada, raça, rebanho, número de animais estudados, entre outros. Contudo, segundo Gunski et al. (2001), é possível reduzir a idade ao primeiro parto nas fêmeas da raça Nelore por meio da seleção, trazendo benefícios econômicos pela diminuição dos ciclos de produção.

Utilizando metodologia bayesiana, Eler et al. (2014), Boligon e Albuquerque (2010) e Valente et al. (2014) obtiveram médias das estimativas *a posteriori* de herdabilidade para idade ao primeiro parto em animais Nelore iguais a 0,18, 0,16 e 0,09, respectivamente. Também para animais da raça Nelore, utilizando o método de máxima verossimilhança restrita, Boligon et al. (2008) estimaram herdabilidade igual a 0,14 e, no estudo de Pereira et al. (2000), a herdabilidade foi



igual a 0,12. Forni e Albuquerque (2004) estimaram valores de herdabilidade para IPP que variaram de 0,06 a 0,08, em análises bi-características. Silveira et al. (2014), ao estudarem a existência de interação genótipo x ambiente, estimaram valores de herdabilidades que variaram de 0,25 e 0,17, em três diferentes regiões estudadas.

Para animais da raça Canchim, Buzanskas et al. (2013), estimaram herdabilidade para IPP de 0,03 e Gaviolli et al. (2012) reportaram valor médio de herdabilidade de 0,14. Enquanto que, Bormann e Wilson (2010) estimaram herdabilidade de 0,28 para idade ao primeiro parto de novilhas da raça Angus.

Dessa forma, a idade ao primeiro parto de fêmeas Nelore é de grande interesse dos produtores e deve ser utilizada como critério de seleção nos programas de melhoramento genético bovino. Deve-se também levar em consideração a correlação de IPP com outras características de interesse econômico.

## **2.2 – Precocidade Sexual**

O aumento da eficiência econômica da produção bovina está diretamente correlacionado com a melhoria na eficiência reprodutiva e com a diminuição da idade a puberdade (GUNSKI et al., 2001). Em geral, espera-se que fêmeas iniciem sua vida reprodutiva precocemente, respeitando os limites fisiológicos e de desenvolvimento corporal. Segundo Dias et al. (2004b), é importante que novilhas sejam expostas ao touro em idades jovens, no entanto, isto requer adequado manejo na propriedade. Em contraposição, Short et al. (1994) reportaram desvantagens em acasalar animais muito jovens, tais como maior exigência nutricional, maior custo alimentar, maior incidência de partos distócicos, maiores perdas de bezerros e baixo peso ao desmame da primeira cria.

O manejo para identificação de fêmeas reprodutivamente precoces não é comum para a maioria das fazendas que praticam a fase de cria dos animais. Dessa forma, a vida produtiva das fêmeas no Brasil, em geral apresenta médias de idades elevadas (GUNSKI et al., 2001). Além do desafio de fêmeas jovens, outro fator que interfere na reprodução das fêmeas é o manejo nutricional. Uma

fêmea só entrará em reprodução se estiver com bom estado corporal e com suas exigências de manutenção supridas.

De acordo com Silva et al. (2005), é possível encontrar alguns argumentos na literatura que justificam a aplicação da característica precocidade sexual no melhoramento genético animal. Dentre eles, destacaram-se a facilidade de mensuração, a possibilidade de obtenção da medida em todas as contemporâneas, a não-utilização de penalidades e a existência de variação genética moderada a alta. No estudo conduzido por Terakado et al. (2015), foi constatado que novilhas precoces apresentaram 33% mais chances de permanecer no rebanho até 5 e 6 anos de idade e 28% mais chances de permanecer no rebanho até 7 anos, quando comparado com novilhas não precoces.

Em estudo com animais da raça Nelore analisados com metodologia bayesiana, Silva et al. (2005) estimaram herdabilidade média de 0,52 para fêmeas que pariram com menos de 31 meses de idade. Para esta mesma característica e raça, Boligon e Albuquerque (2011) e Van Melis et al. (2010) estimaram herdabilidade média de 0,45 e 0,53, respectivamente. Para a probabilidade de prenhez aos 14 meses, Santana et al. (2013) estimou herdabilidade média *a posteriori* de 0,50.

Assim, é possível utilizar da probabilidade de parto precoce como critério de seleção nos programas de melhoramento genético. Produtores que selecionam e colocam em seu rebanho genética de matrizes precoces terão uma maior produtividade na atividade.

### **2.3- Habilidade de Permanência (Stayability)**

A habilidade de permanência no rebanho, ou *stayability* (STAY), de uma matriz é outra característica de grande importância na pecuária de corte. A definição apresentada por Hudson e Van Vleck (1981) para STAY considera a probabilidade de a fêmea permanecer no rebanho até determinada idade, sendo que foi dado a ela a oportunidade de chegar a esta idade. Para Marcondes (2003), na definição usual é utilizado valor 1 para vacas com pelo menos três

partos até os 76 meses e, para vacas com menos de 3 partos, valor zero. Neves et al. (2012) propuseram a metodologia número de crias aos 53 meses (NC53) como uma alternativa de critério de seleção para promover a longevidade produtiva de fêmeas Nelore.

Selecionar animais para essa característica significa reduzir custos de produção e com a reposição de fêmeas. Segundo Silva et al. (2003), a inclusão desta característica em programas de melhoramento genético permitiria a seleção de reprodutores que produziriam filhas com maior probabilidade de permanecerem produtivas no rebanho por período mais longo.

De acordo com Nieto et al. (2007), algumas características reprodutivas, como STAY, são do tipo categórico de limiar (falha ou sucesso) e, em razão de o desenvolvimento de procedimentos analíticos para dados categóricos ser recente, características deste tipo, medidas diretamente nas fêmeas, têm sido até agora pouco exploradas em termos práticos.

Na literatura, estimativas de herdabilidade indicam que a característica STAY pode ser utilizada em programas de seleção, devido a sua importância econômica. No entanto, segundo Jamrozik et al. (2013), a estimativa de herdabilidade de STAY diminui ao longo do tempo. Em seu trabalho com animais do Canadá, da raça Simental, a herdabilidade da habilidade de permanência no rebanho foi de 0,35 para dois partos consecutivos até 0,13, para o oitavo parto consecutivo. Trabalhando com animais da raça Nelore, Van Melis et al. (2010) estimaram herdabilidade média de 0,10, definindo a stayability como a existência ou não de fêmeas de 5 anos que pariram a cada ano no rebanho, sendo que esta oportunidade lhes foi dada. Van Melis et al. (2007) estimaram herdabilidades iguais a 0,25, 0,22 e 0,28 para a habilidade de permanência no rebanho até 5, 6 e 7 anos de idade, respectivamente, também para a raça Nelore.

## **2.4- Pesos Corporais**

Pesos corporais são comumente utilizados por produtores de bovinos de corte como principal característica para seleção, devido à sua relação à produção de carne. Como o retorno econômico está diretamente ligado ao peso dos

animais abatidos, este tem sido objeto de estudos científicos há vários anos (LÔBO et al., 2000; BOLIGON et al., 2008; LIRA et al., 2008; LAUREANO et al., 2011; SOUZA et al., 2011; SILVA et al., 2012).

Segundo Zuin et al. (2012), o peso corporal é utilizado para aumentar a produção de carne e sua mensuração é feita em vários momentos do desenvolvimento dos animais. Dessa forma, esta característica é frequentemente utilizada em programas de melhoramento genético de bovinos de corte (FARIA et al., 2011). Como exemplo, podem ser citados o peso ao nascimento, à desmama, ao ano e ao sobreano dos animais.

De acordo com a literatura, características de crescimento, como pesos em diferentes idades, ganho de peso e escores de conformação, apresentam de moderadas a altas estimativas de herdabilidade (BERTIPAGLIA et al., 2012; CAETANO et al., 2013; VARGAS et al., 2014).

O peso ao desmame dos animais é fundamental em bovinos de corte, visto que, nessa idade, obtêm-se os primeiros dados sobre o desempenho, além de avaliar a habilidade materna das vacas. Além disso, medidas de peso corporal tendem a ser correlacionadas geneticamente em diferentes idades e dessa forma, pesos pré-desmama podem ser utilizados para identificar animais que apresentarão melhores desempenhos em idades posteriores (FARIA et al., 2011).

O peso ao sobreano tem sido usado para avaliar o crescimento dos animais após desmama, além de ser uma característica com estimativas de herdabilidade de moderada a alta magnitude (ELER et al., 1996; MERCADANTE et al., 2003; BOLIGON et al., 2008). Ao mesmo tempo, esta característica apresenta correlação genética favorável, de média magnitude, com as características reprodutivas: idade ao primeiro parto e dias para o parto (BOLIGON et al., 2008).

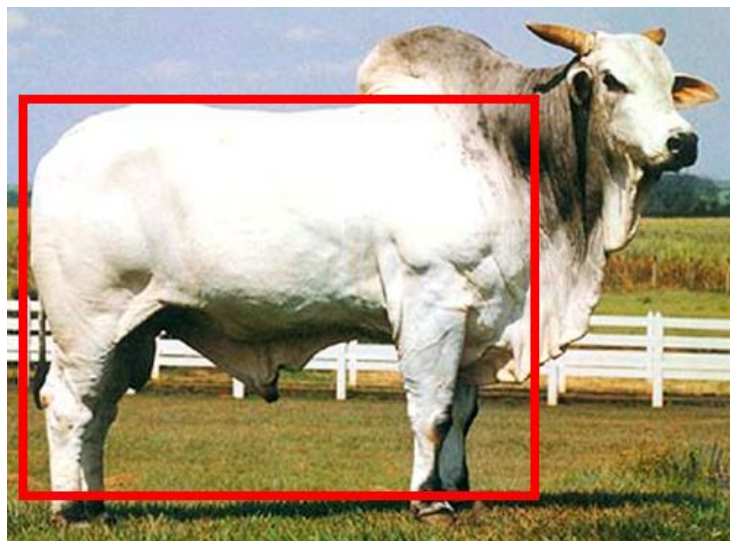
Em trabalho com bovinos da raça Nelore e utilizando metodologia bayesiana, Lopes et al. (2013) estimaram valores de herdabilidade direta para peso aos 240 dias e aos 450 dias de idade de 0,62 e 0,67, respectivamente. A herdabilidade materna estimada por esses autores para peso aos 240 dias de idade foi de 0,08. Boligon et al. (2008) estimaram valores de herdabilidade direta de 0,26 e 0,34 para peso a desmama e ao sobreano, respectivamente.

## 2.5- Avaliação Visual

A avaliação por escores visuais para características morfológicas tornou-se de grande importância para a bovinocultura de corte, pois auxilia na decisão de compra e descarte de animais, em concessões de registros e em julgamentos de exposições agropecuárias (KOURY FILHO, 2005). Com conceitos técnicos e metodologia bem definidos, e avaliadores habilitados, a avaliação visual pode ser uma maneira prática e de baixo custo de avaliar o biotipo dos animais, podendo auxiliar no processo de seleção por dados fenotípicos e estimativas de avaliações genéticas (DEPs morfológicas).

Existem diferentes metodologias que são utilizadas no Brasil. Dentre elas a EPM, que é aplicada nos programas de melhoramento da Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ) e Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP). Proposta por Koury Filho e Albuquerque (2002) e Koury Filho et al. (2006), esta metodologia descreve as características de escores visuais como:

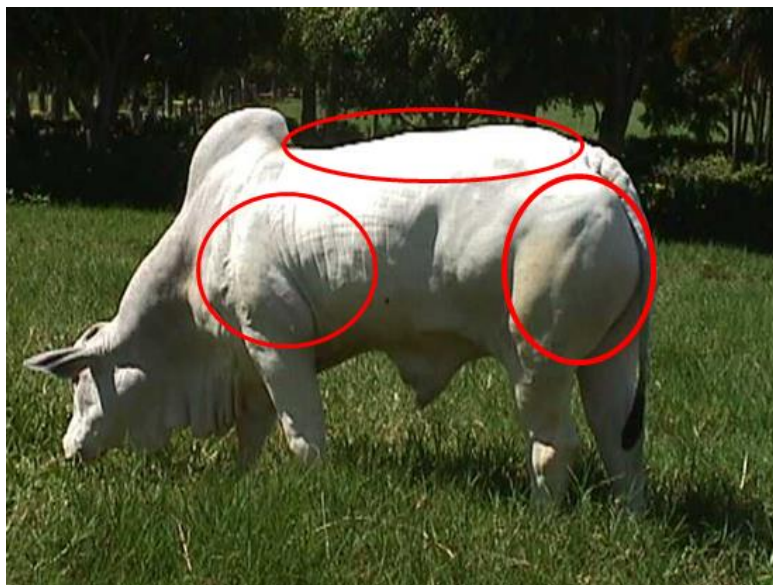
- Estrutura Corporal (E): prediz visualmente a área que o animal abrange visto de lado, olhando-se basicamente para o comprimento corporal e altura (Figura 2);
- Precocidade (P): A avaliação do biotipo mais precoce é realizada com base na proporção entre profundidade de costelas e altura de membros, e visa animais com boa deposição de gordura subcutânea. O animal com biotipo precoce tende a exigir menor tempo de engorda e, conseqüentemente, menor custo de produção (Figura 3);
- Musculosidade (M): A musculosidade é avaliada por meio da convexidade e da distribuição das massas musculares (Figura 4).



**Figura 1:** Representação pelo retângulo vermelho da característica estrutura corporal medida pela metodologia de avaliação visual EPM. Fonte: BrasilcomZ – Zootecnia Tropical (2010).



**Figura 2:** Representação da característica precocidade medida pela metodologia de avaliação visual EPM. Os valores “5” nas figuras representam a característica Estrutura. Os valores seguintes (2, 4 e 6), representam a medida de precocidade, sendo que quanto maior o valor, melhor a relação de profundidade de costela com tamanho de perna dos animais. Fonte: BrasilcomZ – Zootecnia Tropical (2010).



**Figura 3:** Pontos de avaliação da característica musculosidade, avaliada visualmente pela metodologia EPM. Fonte: BrasilcomZ – Zootecnia Tropical (2010).

Os programas de melhoramento animal da raça Nelore no Brasil, em sua maioria, realizam a avaliação visual em dois momentos da vida do animal: desmama e sobreano. Na metodologia EPM, as características morfológicas avaliadas ao desmame são coletadas a partir dos 6 meses (180 dias) até 11 meses (333 dias), tendo como referência a data base de desmame, em torno de 7 meses (210 dias). No sobreano, as características são coletadas a partir dos 12 meses (365 dias) até 20 meses (610 dias), tendo como referência a data base de sobreano, em torno de 16 meses (487 dias).

O treinamento de avaliadores minimiza a subjetividade da avaliação. Primeiramente, os animais são separados por sexo e com, no máximo, 45 dias de diferença de idade. Após esta etapa, avalia-se nessa ordem: fêmeas mais jovens, fêmeas mais velhas, machos mais jovens e, por último os machos mais velhos. Antes de começar a avaliação é necessário observar o lote e identificar os melhores e piores animais para as características E, P e M. Dessa forma, melhor será a distribuição dos escores em “cabeceira”, “meio” e “fundo”, lembrando que, como a avaliação é relativa ao lote, qualquer que seja a qualidade deste, existirão

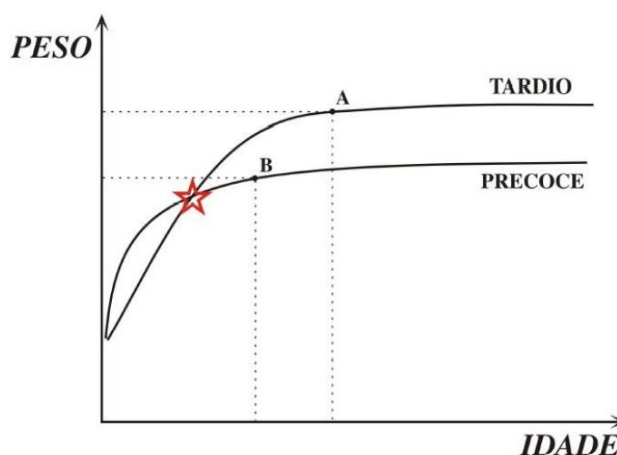
animais superiores e inferiores. Assim, espera-se tendência de distribuição normal dos escores.

Outra sugestão que pode auxiliar o avaliador é utilizar o desvio de peso de cada animal perante o lote. Dessa maneira, animais com um grande desvio positivo recebem, pelo menos, uma das notas mais alta, já que o peso que ele apresenta deve estar em algumas das três características avaliadas, ao contrário do animal que tem um desvio de peso negativo perante o lote, e que pelo menos algum escore deve ser baixo.

Os animais devem ser avaliados no mesmo campo de visão, podendo ser feito a cavalo, mas sendo geralmente realizado a pé. Além disso, devem ser observados grupos de dois ou três animais para facilitar a avaliação relativa e acalmar os animais.

Com a utilização correta das técnicas de avaliações visuais é possível a seleção por composição do peso, assim como por biotipos mais eficientes e produtivos para cada sistema de produção. Na Figura 5, são apresentadas, de maneira simplificada, as curvas de crescimento de dois animais com diferentes biotipos. Nela pode-se observar que, de maneira geral, o animal de biotipo precoce atinge a desaceleração do crescimento muscular no ponto B e, conseqüentemente, inicia deposição de gordura subcutânea mais cedo. Ao contrário, a desaceleração do crescimento no animal tardio ocorre em idade mais avançada e com peso adulto maior. Além disso, é importante analisar o ponto em que as curvas coincidem, pois neste momento os animais possuem a mesma idade e peso, porém diferem quanto ao biotipo.





**Figura 4:** Gráfico demonstrativo da curva de crescimento dos biotipos precoce e tardio. Fonte: Brasil com Z – Zootecnia Tropical (2010).

Estimativas de herdabilidade moderadas a altas foram obtidas por Yokoo et al. (2009) para as características E, P e M, 0,42; 0,65 e 0,49, respectivamente, mensuradas em bovinos da raça Nelore, de fazendas participantes do programa de melhoramento genético da Associação Nacional dos Criadores e Pesquisadores (ANCP). Koury Filho et al. (2006) estimaram herdabilidades para E, P e M iguais a  $0,24 \pm 0,09$ ,  $0,63 \pm 0,12$  e  $0,48 \pm 0,11$ , respectivamente, para animais da raça Nelore em idades de sobreano. Em estudo para avaliação da profundidade do tórax por escores visuais de animais Nelore com idade média de 378 dias, característica que se assemelha à P, Lima et al. (1989) relataram elevada estimativa de herdabilidade ( $0,65 \pm 0,22$ ). Portanto, a partir destas estimativas, tem-se que as características tomadas a partir da avaliação visual podem responder ao processo de seleção direta (KOURY FILHO, 2005; FARIA et al., 2008).

Estudos com a metodologia de avaliação visual CPM (conformação, precocidade e musculatura) são mais comuns na literatura, em relação aos que utilizam a metodologia EPM. Contudo, de acordo com estudo realizado por Dibiasi et al. (2010) e Koury Filho (2005), os menores coeficientes de variação observados para o escore de C refletem a tendência de concentração de notas em torno do valor médio, sugerindo que a característica estrutura (E), ao ser avaliada em um grupo de animais, tende a ter melhor distribuição das notas. Isso ocorre, pois, a escala de notas da metodologia CPM é de 1 a 5, enquanto a de

EPM é de 1 a 6. Segundo Dibiasi et al. (2010), a maior amplitude de notas caracteriza material estatístico mais apropriado para as análises genéticas, pois permite maior distanciamento entre indivíduos extremos, traduzindo em maior variabilidade.

Outro fator que diferencia a metodologia EPM da CPM é a diferença na metodologia da conformação, quando comparada a estrutura. Enquanto a medida de estrutura (E) avalia o comprimento corporal e altura, a conformação avalia a quantidade de carne na carcaça, e procura prever o quanto o animal produziria de carne se fosse abatido naquele momento.

Boligon et al. (2012) estimaram herdabilidades médias de bovinos da raça Nelore para C, P, M, iguais a  $0,24 \pm 0,01$ ;  $0,31 \pm 0,01$ ;  $0,30 \pm 0,01$ , respectivamente. Neste estudo, as correlações genéticas médias estimadas entre a reconcepção de primíparas e os escores visuais foram baixas e positivas, com valores iguais a  $0,09 \pm 0,02$  (C),  $0,19 \pm 0,03$  (P) e  $0,18 \pm 0,05$  (M). Os coeficientes de herdabilidade do efeito direto estimados por Forni et al. (2007), para bovinos Nelore à desmama, foram iguais a 0,12 para C e M, e 0,15 para P.

Na raça Brangus, Queiroz et al. (2011) obtiveram estimativas de herdabilidade iguais a 0,12, 0,14 e 0,13 para C, P e M, respectivamente, avaliados aos 550 dias de idade. Na mesma raça, mas na fase de desmama dos animais, Costa et al. (2008) estimaram herdabilidades de 0,17, 0,15 e 0,15 para C, P e M, respectivamente.

Independente da metodologia utilizada, a avaliação visual é de grande utilidade ao produtor. É necessário, porém, que seja realizada de maneira correta, obedecendo aos critérios técnicos pré-definidos.

### **3 - OBJETIVOS**

Testar modelos de estimação de parâmetros genéticos para características peso, estrutura, precocidade e musculosidade ao desmame e estimar os efeitos genéticos aditivos maternos e efeitos de ambiente permanente maternos.

Estimar parâmetros genéticos para características de estrutura, precocidade e musculosidade ao desmame e ao sobreano; pesos corporais ao desmame e ao sobreano em animais da raça Nelore participantes de programa de avaliação genética.

Estudar as correlações genéticas, ambientais e fenotípicas entre as características avaliadas estrutura, precocidade e musculosidade ao sobreano, peso corporal ao sobreano, idade ao primeiro parto, probabilidade de parto precoce e stayability de bovinos Nelore e verificar a possibilidade da inclusão dessas características nos critérios de seleção de programa de melhoramento genético.

#### 4 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ANUALPEC. Anuário da pecuária brasileira. São Paulo: FNP, 2014.

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

BITTENCOURT, T. C. C.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F. Objetivos de seleção para sistemas de produção de gado de corte em pasto: ponderadores econômicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 2, p. 196-204, 2006.

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

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

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

BOLIGON, A. A.; AYRES, D. R.; PEREIRA, R. J.; ALBUQUERQUE, L. G. Correlações genéticas entre escores visuais com a reconcepção de fêmeas

primíparas e dias para o primeiro parto em animais da raça Nelore. In: IX Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, João Pessoa, 2012.

BORMANN, J. M.; WILSON, D. E. Calving day and age at first calving in Angus heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 6, p. 1947-1956, 2010.

BRASILCOMZ. Brasilcomz – Zootecnia Tropical. Disponível em: <<http://www.brasilcomz.com>>. Acesso em: 30 de março de 2015.

BRUMATTI, R. C.; FERRAZ, J. B. S.; FORMIGONI, I. B.; ELER, J. P. Application of a bio-economical model to estimate economical weights for traits used in selection index in beef cattle. In: WORLD CONGRESS ON GENETIC APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7., Montpellier, 2002. **Proceedings/CD-ROM**. Montpellier: 2002.

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

BUZANSKAS, M. E.; SAVEGNAGO, R. P.; GROSSI, D. A.; VENTURINI, G. C.; QUEIROZ, S. A.; SILVA, L. O. C.; TORRES JÚNIOR, R. A. A.; MUNARI, D. P.; ALENCAR, M. M. Genetic parameter estimates and principal component analysis of breeding values of reproduction and growth traits in female Canchim cattle. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 25, p. 775–781, 2013.

CAETANO, S. L.; SAVEGNAGO, R. P.; BOLIGON, A. A.; RAMOS, S. B.; CHUD, T. C. S.; LÔBO, R. B.; MUNARI, D. P. Estimates of genetic parameters for carcass, growth and reproductive traits in Nelore cattle. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 155, n. 1, p. 1-7, 2013.

CARDOSO, F.; CARDELLINO, R. A.; CAMPOS, L. T. Fatores ambientais sobre escores de avaliação visual à desmama em bezerros angus criados no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 318-325, 2001.

COSTA G. Z.; QUEIROZ, S. A.; OLIVEIRA, J. A.; FRIES, L. A. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de escores visuais e de ganho médio de peso do nascimento a desmama de bovinos formadores da raça brangus. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 172-176, 2008.

DIAS, L.T.; FARO, L. E.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de Herdabilidade para Idade ao Primeiro Parto de Novilhas da Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 97-102, 2004a.

DIAS, L.T.; FARO, L. EL; ALBUQUERQUE, L.G. Efeito da idade de exposição de novilhas à reprodução sobre estimativas de herdabilidade da idade ao primeiro parto em bovinos Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Viçosa, v. 56, n. 3, p. 370-373, 2004b.

DIBIASI N. F.; THOLON, P.; BARROZO, D.; FRIES, L. A.; QUEIROZ, S. A. Proposta de metodologia para a conversão do escore de avaliação visual de conformação em escore de estrutura, em bovinos de corte. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 082-087, 2010.

ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; SILVA, P. R. Parâmetros genéticos para peso, avaliação visual e circunferência escrotal na raça Nelore, estimados por modelo animal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, n. 2, p. 203-213, 1996.

ELER, J. P.; BIGNARDI, A. B.; FERRAZ, J. B. S.; SANTANA JR, M. L. Genetic relationships among traits related to reproduction and growth of Nelore females. **Theriogenology**, Stoneham, v. 82, n. 5, p. 708-714, 2014.

FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; ALBUQUERQUE, L. G.; LOS REYES, A.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B. Estimativas De Correlações Genéticas Entre Escores Visuais E Características De Crescimento Em Bovinos Da Raça Nelore Utilizando Modelos Bayesianos Linear-Limiar. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 2, p. 327-340, 2008.

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

FORMIGONI, I. B.; FERRAZ, J. B. S.; SILVA, J. A. II. V.; ELER, J. P.; BRUMATTI, R.C. Valores econômicos para habilidade de permanência e probabilidade de prenhez aos 14 meses em bovinos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, supp. 2, p. 220-226, 2005.

FORNI, S.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimates of genetic correlations between days to calving and reproductive and weight traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 7, p. 1511-1515, 2004.

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

GAVIOLLI, V. R. N.; BUZANSKAS, M. E.; CRUZ, V. A. R.; SAVEGNAGO, R. P.; MUNARI, D. P.; FREITAS, A. R.; ALENCAR, M. M. Genetic associations between weight at maturity and maturation rate with ages and weights at first and second calving in Canchim beef cattle. **Journal of Applied Genetics**, Heidelberg, v. 53, n. 3, p. 331-335, 2012

GUNSKI, R. J.; GARNERO, A. D. V.; BEZERRA, L. A. F.; CORRADO, M. P.; LÔBO, R. B. Idade ao primeiro parto, período de gestação e peso ao nascimento na raça nelore. *Ciência Agronômica*, v. 32, n. 1/2, 2001.

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

JAMROZIK, J.; MCGRATH, S.; KEMP, R. A.; MILLER, S. P. Estimates of genetic parameters for stayability to consecutive calvings of Canadian Simmentals by

random regression models. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 8, p. 3634-3643, 2013.

KOOTS, K. R.; GIBSON, J. P.; WILTON, J. W. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits: 2. Phenotypic and genetic correlations. **Animal Breeding Abstract**, v. 62, p. 825-853, 1994.

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

KOURY FILHO, W. **Escores visuais e suas relações com características de crescimento em bovinos de corte**. 2005. 80f. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.

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

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**, Belo Horizonte, v. 63, n. 1, p. 143-152, 2011.

LIMA, F.P.; BONILHA NETO, L. M.; RAZOOK, A. G.; PACOLA, L. J.; FIGUEIREDO, L. A.; PEIXOTO, A. M. Parâmetros genéticos em características morfológicas de bovinos Nelore. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 46, n. 2, p. 249-257, 1989.



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

LÔBO, R.N.B., MADALENA, F.E., VIEIRA, A.R. Average estimates of genetic parameters for beef and dairy cattle in tropical regions. **Animal Breeding Abstract**, v. 68, n. 6, p. 433-462, 2000.

LOPES, F. B.; MAGNABOSCO, C. U.; PAULINI, F.; SILVA, M. C., MIYAGI, E. S.; LÔBO, R. B. Genetic Analysis of Growth Traits in Polled Nelore Cattle Raised on Pasture in Tropical Region Using Bayesian Approaches. **PLoS One**, San Francisco, v. 8, n. 9, e 75423, 2013.

MARCONDES, C.R. **Análise Bayesiana da probabilidade de permanência no rebanho como característica de seleção para a raça Nelore**. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 2003. 100p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, Genética) - Universidade de São Paulo, 2003.

MERCADANTE, M.E.Z.; PACKER, I.U.; RAZOOK, A.G.; Cyrillo, J. N. S. G.; Figueiredo, L. A. Direct responses to selection for yearling weight on reproductive performance of Nelore cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n.2, p. 376-384, 2003.

NEVES, H. H. R.; CARVALHEIRO, R.; FRIES, L. A.; DE QUEIROZ, S. A. Uso combinado de sêmen sexado e acasalamento dirigido sobre uma população de bovinos de corte submetida á seleção: estudo de simulação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n.12, p. 2368-2374, 2009.

NEVES, H. H. R.; CARVALHEIRO, R. ; DE QUEIROZ, S. A. . Genetic parameters for an alternative criterion to improve productive longevity of Nelore cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, p. 4209-4216, 2012.

NICHOLSON, M. J., BUTTERWORTH, M. H. A guide to condition scoring of Zebu cattle. **Addis Abeba**, Ethiopia, p. 29, 1986.

NIETO, L. M.; SILVA, L. O. C.; MARCONDES, C. R.; ROSA, A. N.; MARTINS, E. N.; TORRES JUNIOR, R. A. A. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1407-1411, out. 2007.

PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. Correlação Genética Entre Perímetro Escrotal e Algumas Características Reprodutivas na Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1676-1683, 2000.

QUEIROZ, S. A.; OLIVEIRA, J. A. de; COSTA, G. Z.; FRIES, L. A. Estimates of genetic parameters for visual scores and daily weight gain in Brangus animals. **Animal**, Cambridge, v.5, n.6, p.838-843, 2011.

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

SANTANA JR., M. L.; ELER, J. P.; CUCCO, D. C.; BIGNARDIA, A. B.; FERRAZ, J. B. S. Genetic associations between hip height, body conformation scores, and pregnancy probability at 14 months in Nelore cattle. *Livestock Science*. v. 154, p. 13-18, n. 1-3, 2013.

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

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

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

SILVA, J. A. V.; MARCELO, E. T.; RIBEIRO, C. B.; MAIORANO, A. M.; CURI, R. A.; OLIVEIRA, H. N.; MOTA, M. D. S. Análise genética de características de crescimento e perímetro escrotal em bovinos da raça Brangus. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 8, p. 1166-1173, 2012.

SILVEIRA, M. V.; SOUZA, J. C.; SILVA, J. O. C.; FREITAS, J. A.; GONDO, A.; FERRAZ FILHO, P. B. Interação genótipo x ambiente sobre características produtivas e reprodutivas de fêmeas Nelore. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 63, n. 241, p. 223-226, 2014.

SOUZA, J. C.; SILVA, L. O. C.; GONDO, A.; FREITAS, J. A.; MALHADO, C. H. M.; FILHO, P. B. F.; SERENO, J. R. B.; WEABER, R. L.; LAMBERSON, W. R. Parâmetros e tendência genética de peso de bovinos criados à pasto no Brasil. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 231, p. 457- 465, 2011.

TERAKADO, A. P. N.; PEREIRA, M. C., YOKOO, M. J.; ALBUQUERQUE, L. G. Evaluation of productivity of sexually precocious Nelore heifers. **Animal**, v. 9, n. 6, p. 938-943, 2015.

VALENTE, T. S.; SANT'ANNA, A. C.; BALDI, F.; ALBUQUERQUE, L. G.; COSTA, M. J. R. P. Genetic association between temperament and sexual precocity indicator traits in Nelore cattle. **Journal of Applied Genetics**, Heidelberg, 2014. DOI 10.1007/s13353-014-0259-0.

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

VAN MELIS, M. H.; ELER, J. P.; ROSA, G. J. M.; FERRAZ, J. B. S.; FIGUEIREDO L. G. G.; MATTOS, E. C.; OLIVEIRA, H. N. Additive genetic relationships between scrotal circumference, heifer pregnancy and stayability in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 12, p. 3809–3813, 2010.

VARGAS, G.; BUZANSKAS, M. E.; TRAMONTE, N. C.; ALENCAR, M. M.; MUNARI, D. P. Genetic parameter estimation for pre- and post-weaning traits in

Brahman cattle in Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, Dordrecht, v. 46, p. 1271-1278, 2014.

YAVAS, Y.; WALTON, J.S. Postpartum acyclicity in suckledbeef cows: a review. **Theriogenology**, New York, v. 54, n. 1, p. 25–55, 2000.

YOKOO, M. J. I.; WERNECK, J. N.; PEREIRA, M. C.; ALBUQUERQUE, L. G.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R. D.; LÔBO, R. B.; ARAÚJO, F. R. C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 197-202, 2009.

ZUIN, R. G.; BUZANSKAS, M. E.; CAETANO, S.L.; VENTURINI, G. C.; GUIDOLIN, D. G. F.; GROSSI, D. A.; CHUD, T. C. S.; PAZ, C. C. P.; LOBO, R. B.; MUNARI, D. P. Genetic analysis on growth and carcass traits in Nelore cattle. **Meat Science**, Oxon, v. 91, n. 3, p. 352-357, 2012.

## **CAPÍTULO 2 – ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E AMBIENTAIS PARA CARACTERÍSTICAS DE AVALIAÇÃO VISUAL E PESOS PADRONIZADOS À DESMAMA E AO SOBREANO DE ANIMAIS DA RAÇA NELORE**

**RESUMO** – Este trabalho teve como objetivo testar modelos de estimação de parâmetros genéticos e estimar os efeitos genéticos aditivos maternos e efeitos de ambiente permanente maternos; além de estimar parâmetros genéticos para as características estrutura, precocidade e musculosidade ao desmame e ao sobreano; pesos corporais ao desmame e ao sobreano em animais da raça Nelore participantes de programa de melhoramento genético. O conjunto de dados utilizado era composto por registros de 37.826 animais e pedigree com 88.213 animais. O método dos quadrados mínimos foi utilizado para definição de efeitos fixos considerados nos modelos de estimação de parâmetros. Foram testados quatro modelos de estimação, em análises uni-característica por meio do método da máxima verossimilhança restrita, sob modelo animal, para as características mensuradas ao desmame. Verificou-se a necessidade de incluir os efeitos genéticos materno e de ambiente permanente materno no modelo de estimação de características mensuradas ao desmame. Para as características de sobreano, o modelo de estimação foi composto pelos efeitos aleatórios genético direto do animal e residual. As estimativas dos parâmetros genéticos foram obtidas em análises uni e bi-características, por meio de análise bayesiana. Médias das estimativas de herdabilidade direta, obtidas nas análises bi-características, foram iguais a 0,28, 0,30, 0,27 e 0,28, para estrutura, precocidade e musculosidade à desmama e peso padronizado aos 210 dias de idade. Para as características ao sobreano, as estimativas médias de herdabilidade foram iguais a 0,40 (estrutura), 0,44 para (precocidade), 0,39 (musculosidade) e 0,50 (peso padronizado aos 450 dias de idade). As características medidas em diferentes idades dos animais (desmama e sobreano) apresentaram altas correlações genéticas, sendo 0,96 para estrutura, precocidade e pesos e 0,94 para musculosidade. As correlações genéticas entre os escores visuais e pesos foram altas e positivas. Concluiu-se que os efeitos aleatórios genético materno e de ambiente permanente materno devem ser considerados em avaliações genéticas para características de escores visuais ao desmame e peso aos 210 dias de idade em bovinos da raça Nelore. Espera-se maior progresso genético por meio da seleção para características mensuradas ao sobreano, principalmente para o peso aos 450 dias de idade, assim como resposta correlacionada favorável em características mensuradas ao desmame.

**Palavras-chave:** Efeitos genéticos maternos, escores visuais, herdabilidade, Nelore, zebuínos.

## 1 - INTRODUÇÃO

O melhoramento do potencial genético na bovinocultura de corte por meio de seleção para características de interesse econômico, tem como objetivo o incremento na lucratividade dos pecuaristas. Outro importante fator que influencia a cadeia produtora de carne é a exigência em qualidade e quantidade pelo mercado consumidor. Assim, produtores que buscam atender às demandas de forma eficiente e competitiva têm investido em programas de melhoramento genético para identificação e utilização de animais precoces em crescimento, reprodução e com qualidade de carcaça (GARNERO et al., 2001).

A pesagem dos animais é uma prática comum nas propriedades e grande parte dos produtores consideram o peso como principal característica da sua produção. Dessa forma, as características de peso corporal e ganho de peso são usualmente utilizadas como critérios de seleção devido a suas estimativas de herdabilidade de moderada a alta magnitude (LAUREANO et al., 2011). No entanto, estas características quando tratadas isoladamente, podem não representar a conformação frigorífica do animal. Escores de avaliação visual têm sido utilizados para identificação de animais de diferentes tipos morfológicos que sejam eficientes em condições viáveis de criação (JOSAHKIAN et al., 2003).

A atribuição de notas aos animais a partir da avaliação visual possui baixo custo de implementação e não causa estresse aos animais, podendo ser realizada durante um manejo de rotina programado na propriedade, por um avaliador treinado. Fazendas participantes de programas de melhoramento genético, normalmente utilizam os manejos de pesagem à desmama e ao sobreano para realizar a avaliação visual dos animais.

Diferentes metodologias foram desenvolvidas como, por exemplo, a EPM em que são medidas a estrutura, precocidade e a musculosidade do animal (KOURY FILHO et al., 2006). Outra importante vantagem em utilizar medidas de avaliação visual são suas herdabilidades que variam de moderadas a altas, indicando eficiência em sua utilização como critérios de seleção (LIMA et al., 1989; KOURY FILHO et al., 2006; YOKOO et al., 2009; BOLIGON et al., 2012).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar modelos de estimação de parâmetros genéticos e estimar os efeitos genéticos aditivos maternos e efeitos

de ambiente permanente maternos; além de estimar parâmetros genéticos para características de estrutura, precocidade e musculosidade ao desmame e ao sobreano; pesos corporais ao desmame e ao sobreano em animais da raça Nelore participantes de programa de melhoramento genético.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 - Banco de Dados Fenotípicos

O arquivo de dados utilizado neste trabalho foi disponibilizado pela Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP) e continha informações de 37.826 animais da raça Nelore, nascidos entre 2002 e 2014, pertencentes a fazendas distribuídas pelo Brasil, participantes do programa de avaliação genética da ANCP. Foram estudadas as características peso ajustado aos 210 (P210) e 450 dias de idade (P450); medidas da avaliação visual de estrutura, precocidade e musculosidade à desmama (ED, PD, MD) e ao sobreano (ES, PS, MS). O arquivo de pedigree era formado por 88.213 animais.

O banco de dados foi composto por 1,93 filhos por matriz e 33,73 filhos por touros, em média. A média de idade dos animais na avaliação visual à desmama foi igual a 210 dias. Para a avaliação visual ao sobreano, os animais apresentaram média igual a 487 dias. As avaliações visuais foram realizadas por técnicos capacitados da ANCP, por meio de classificação com valores de 1 a 6, baseado na metodologia EPM (Estrutura, Precocidade e Musculosidade) proposta por Koury Filho e Albuquerque (2002) e Koury Filho et al. (2006), em que:

- Estrutura Corporal (E): Prediz visualmente a área que o animal abrange visto de lado, olhando-se basicamente para o comprimento corporal e altura. Notas 1 são atribuídas aos menores animais do lote de manejo e, de maneira crescente, as notas 6 são referentes aos maiores animais.

- Precocidade (P): A avaliação do biotipo mais precoce é realizada com base na proporção entre profundidade de costelas e altura de membros, e visa animais com boa deposição de gordura subcutânea. O animal com biotipo precoce tende a exigir menor tempo de engorda e, conseqüentemente, menor custo de produção. Notas 1 são atribuídos aos animais com pouca precocidade, e as notas 6 aos animais precoces, de maiores profundidades de costela.

- Musculosidade (M): A musculosidade é avaliada por meio da convexidade, volume e da distribuição das massas musculares. Notas de 1 a 6 são dadas aos animais que apresentam musculatura pouco desenvolvida até os que possuem grande volume de massas musculares.



## 2.2 - Análise Genética

Para definição dos efeitos fixos que foram considerados nas análises de estimação de parâmetros genéticos, utilizou-se o método dos quadrados mínimos por meio do procedimento GLM do programa estatístico SAS (SAS<sup>®</sup>, 2004). Para as características ED, PD, MD, ES, PS e MS, foram considerados como efeitos fixos significativos ( $P < 0,05$ ) o grupo de contemporâneos, idade dos animais na avaliação (covariável, efeito linear) e classes de idade da vaca ao parto (covariável, efeitos linear e quadrático). Para P210 e P450, os efeitos fixos significativos ( $P < 0,05$ ) foram o grupo de contemporâneos e a classe de idade da vaca ao parto (covariável, efeitos linear e quadrático). Os grupos de contemporâneos foram formados e fornecidos pela própria ANCP e contêm registros de criador, lote de manejo, sexo, estação e ano de nascimento e fazenda de nascimento.

Informações de touros com menos de três filhos e grupos de contemporâneos com menos de três animais foram excluídas das análises. Verificou-se, por meio do procedimento UNIVARIATE do programa estatístico SAS (SAS<sup>®</sup>, 2004), a normalidade dos resíduos padronizados para cada característica e observações cujo resíduo padronizado apresentou-se acima de 3,5 ou abaixo de -3,5 desvios-padrão foram excluídas.

Para definição do modelo de estimação para ED, PD, MD e P210, análises uni-características foram conduzidas considerando os efeitos aleatórios genético materno e de ambiente permanente materno separadamente e em conjunto, por meio do algoritmo “Average Information Restricted Maximum Likelihood” (AIREML) do programa Wombat (MEYER, 2007). Os quatro modelos estudados em análises uni-características incluíram os efeitos fixos anteriormente mencionados e podem ser resumidos por:

- Modelo 1 (M1): efeitos aleatórios genético aditivo direto e residual;
- Modelo 2 (M2): efeitos aleatórios genético aditivo direto, ambiente permanente materno e residual;

-Modelo 3 (M3): efeitos aleatórios genético aditivo direto, genético aditivo materno e residual; e

-Modelo 4 (M4): efeitos aleatórios genético aditivo direto, genético aditivo materno, ambiente permanente materno e residual.

O modelo estatístico completo (M4) para análises uni-característica é representado por:

$$y = X\beta + Za + Mm + Wpe + e$$

em que  $y$  é o vetor das medidas de cada característica mensurada,  $\beta$  é o vetor dos efeitos fixos,  $a$  é o vetor do efeito aleatório genético aditivo direto de animal,  $m$  é o vetor do efeito aleatório genético aditivo materno,  $pe$  é o vetor do efeito aleatório de ambiente permanente materno, e  $e$  é o vetor do efeito aleatório do resíduo.  $X, Z, M$  e  $W$  são as matrizes de incidência associadas aos seus respectivos efeitos em  $y$ .

As pressuposições do modelo estatístico geral foram assumidas como:

$$E[y] = X\beta, E \begin{bmatrix} a \\ m \\ pe \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, Var \begin{bmatrix} a \\ m \\ pe \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & A\sigma_m^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_{pe}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

em que  $\sigma_a^2$  é a variância genética aditiva direta,  $\sigma_m^2$  é a variância genética direta materna,  $\sigma_{pe}^2$  é a variância de ambiente permanente materno,  $\sigma_e^2$  é a variância residual,  $A$  é a matriz de parentesco e  $I$  é a matriz identidade.

Todas as análises foram conduzidas sob modelo animal e o critério de convergência considerado para as análises uni-características foi  $10^{-9}$ . O teste da razão da verossimilhança (LRT) foi utilizado com o objetivo de testar a significância da inclusão dos efeitos aleatórios nos quatro modelos testados. Este teste é baseado na comparação de 2 vezes o valor do log da verossimilhança ( $2\text{Log}^*L$ ), que segue distribuição de qui-quadrado ( $\chi^2$ ), e nível de significância a 1% com  $g$  graus de liberdade e que resulta na diferença dos parâmetros estimados de cada modelo (DOBSON, 1990).

Após a definição do modelo para as características à desmama, este foi utilizado em análises uni e bi-características sob metodologia bayesiana. Para as características ao sobreano, o modelo utilizado foi o M1 (modelo simples), composto pelos efeitos aleatórios genético aditivo direto e residual.

Para análises sob enfoque bayesiano empregou-se o programa `thrgibbsf90b` (MISZTAL, 2010), em que foram consideradas cadeias com comprimento de 1.200.000 ciclos e período de “burn-in” de 200.000 ciclos. As amostras foram armazenadas a cada 200 ciclos, gerando 5.000 amostras. Tanto o período de descarte, quanto o intervalo de amostragem, foram estabelecidos empiricamente. Foram definidas distribuições “*a priori*” não informativas para todos os efeitos e para as variâncias genéticas. A convergência das cadeias geradas pelo amostrador de Gibbs foi monitorada por meio da análise gráfica (Apêndice A) das medidas descritivas e dos diagnósticos de Geweke (GEWEKE, 1992) e de Heidelberger e Welch (HEIDELBERGER; WELCH, 1983), obtidas no pacote “Bayesian Output Analysis Program – BOA” (SMITH, 2005).

O critério de Geweke baseia-se em técnicas de séries temporais (PAULINO et al., 2003), em que são gerados valores padronizados de  $z$  ( $z$ -scores), tal que a convergência da cadeia de Gibbs é comprovada quando esses valores se encontram no intervalo de  $-1,96 < z < 1,96$  (COWLES; CARLIN, 1996). O critério de Heidelberger e Welch utiliza a estatística de Cramer-von-Mises para testar a hipótese nula de que a amostra tomada para o teste segue distribuição estacionária. O teste é aplicado a toda a cadeia e depois aos 10%, 20% e sucessivas primeiras iterações até que a hipótese nula seja aceita, ou até atingir 50% das iterações; quando há falha no teste pode-se concluir que não houve estacionariedade ou convergência na cadeia e maior número de iterações devem ser analisadas (COWLES; CARLIN, 1996).

### 3 - RESULTADOS

#### 3.1 – Estatísticas descritivas

Na Tabela 1 são apresentadas as estatísticas descritivas para características de avaliação visual e peso ao desmame e sobreano, respectivamente. As avaliações pelo método AIREML e bayesiano consideram a mesma quantidade de animais nas análises. É possível observar decréscimo no número de registros de peso ao desmame (33.242 animais) quando comparados com a quantidade de registros ao sobreano (26.259 animais).

Para as características de avaliação visual ao desmame e ao sobreano, foram utilizados 23.075 e 26.057 animais, respectivamente. O peso padronizado aos 210 dias de idade apresentou média de 193,21 kg, enquanto a do peso padronizado aos 450 dias de idade foi 285,54 kg.

**Tabela 1:** Número de animais, pais, mães, grupos de contemporâneos (GC), média fenotípica, moda, mediana, desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV%), valores mínimos (Min) e máximos (Máx) para as características estrutura (ED), precocidade (PD) e musculosidade (MD) à desmama, peso aos 210 dias de idade (P210), estrutura (ES), precocidade (PS) e musculosidade (MS) ao sobreano e peso aos 450 dias de idade (P450), de bovinos da raça Nelore.

Característica	Animais	Pai	Mãe	GC	Média	Moda	Mediana	DP	CV%	Min	Máx
ED	23075	574	12339	576	-	4	4	-	-	1	6
PD	23075	574	12339	576	-	4	4	-	-	1	6
MD	23074	574	12339	576	-	4	4	-	-	1	6
P210 (kg)	33242	796	17748	1034	193,21	-	-	27,99	14,49	91	302
ES	26057	719	15531	547	-	4	4	-	-	1	6
PS	26057	719	15531	547	-	4	4	-	-	1	6
MS	26057	719	15531	547	-	3	4	-	-	1	6
P450 (kg)	26259	709	14864	1024	285,54	-	-	51,34	17,98	124	480

### 3.2 – Teste da razão de verossimilhança (LRT)

A convergência das análises uni-característica pelo método da máxima verossimilhança restrita foi obtida para todas as características, com exceção de ED, que apresentou convergência com critério de  $10^{-6}$ . Na Tabela 2 são apresentados os resultados das análises uni-característica por meio do algoritmo AIREML para ED, PD, MD e P210, assim como os resultados para os testes de LRT. Diferentes modelos foram testados e, o teste LRT evidenciou que o modelo completo (M4) foi o que melhor descreveu o desempenho das características de desmama.

As estimativas de herdabilidade direta ( $h^2_d$ ), herdabilidade materna ( $h^2_m$ ) e a proporção da variância do ambiente permanente materno em relação à variância fenotípica total ( $c^2$ ) para as características mensuradas à desmama (ED, PD, MD e P210) são apresentadas na Tabela 2. É possível observar que, à medida que os efeitos aleatórios genético direto materno e de ambiente permanente materno foram adicionados aos modelos de análise (M2, M3 e M4), as estimativas de herdabilidade direta para características mensuradas ao desmame foram fortemente alteradas, devido a inclusão desses efeitos. A necessidade da inclusão destes efeitos nos modelos de análise genética pode ser confirmada por meio do teste LRT, que apresentou diferenças significativas

( $\chi^2_{Calculado} \geq \chi^2_{Tabelado (1\%)}$ ) entre todos os modelos testados.

**Tabela 2:** Estimativas de parâmetros genéticos para as características estrutura (ED), precocidade (PD) e musculosidade (MD) à desmana, peso aos 210 dias de idade (P210) de bovinos da raça Nelore obtidos pelo método AIREML.

Característica	Modelo	$h^2_d \pm EP$	$h^2_m \pm EP$	$c^2 \pm EP$	2*Log	Comparação	LRT
ED	M1	0,42±0,02	-	-	-27779,24	M2-M1	207,15*
	M2	0,21±0,02	-	0,14±0,01	-27572,09	M3-M1	211,46*
	M3	0,17±0,02	0,15±0,01	-	-27567,78	M4-M2	57,87*
	M4	0,17±0,02	0,07±0,01	0,10±0,01	-27514,21	M4-M3	53,57*
PD	M1	0,42±0,02	-	-	-29443,18	M2-M1	133,85*
	M2	0,28±0,02	-	0,11±0,01	-29309,34	M3-M1	161,60*
	M3	0,23±0,02	0,12±0,01	-	-29281,58	M4-M2	59,85*
	M4	0,23±0,02	0,06±0,01	0,07±0,01	-29249,49	M4-M3	32,09*
MD	M1	0,43±0,02	-	-	-29821,91	M2-M1	177,90*
	M2	0,26±0,02	-	0,13±0,01	-29644,01	M3-M1	216,58*
	M3	0,19±0,02	0,15±0,01	-	-29605,33	M4-M2	80,49*
	M4	0,20±0,02	0,08±0,01	0,08±0,01	-29563,53	M4-M3	41,80*
P210	M1	0,58±0,01	-	-	-226082,35	M2-M1	825,91*
	M2	0,26±0,02	-	0,23±0,01	-225256,44	M3-M1	837,91*
	M3	0,19±0,02	0,26±0,01	-	-225244,44	M4-M2	218,53*
	M4	0,19±0,02	0,10±0,01	0,16±0,01	-225037,91	M4-M3	206,53*

\*Significativamente diferente de zero ( $LRT < \chi^2_{(1\%)} = 6,63$ );  $h^2_d$  = estimativa de herdabilidade direta;  $h^2_m$  = estimativa de herdabilidade materna,  $c^2$  = proporção da variância do ambiente permanente materno devido à variância total;  $M1 = s_a^2 + s_e^2$ ;  $M2 = s_a^2 + s_m^2 + s_e^2$ ;  $M3 = s_a^2 + s_{pe}^2 + s_e^2$ ;  $M4 = s_a^2 + s_m^2 + s_{pe}^2 + s_e^2$ ;  $s_a^2$  = variância genética aditiva direta;  $s_m^2$  = variância genética aditiva materna;  $s_e^2$  = variância residual;  $s_{pe}^2$  = variância de ambiente permanente materno;  $s_p^2$  = variância fenotípica; 2LogL = duas vezes o logaritmo da verossimilhança; LRT = teste da razão da verossimilhança; EP = erro padrão; AIREML = "Average Information Restricted Maximum Likelihood".

### 3.3 – Estimativas de herdabilidade e da proporção de ambiente permanente materno

Os testes e gráficos de convergência das análises uni e bi-características sob enfoque bayesiano são apresentados no Apêndice A. Todas as estimativas de  $h^2_d$ ,  $h^2_m$  e  $c^2$  das análises uni-características convergiram nos critérios gráficos, de Geweke e de Heidelberger e Welch, com exceção da estimativa de  $c^2$  de P210, que não convergiu sob o critério de Geweke. Nas análises bi-características, a

estimativa de  $h^2_d$  de P450 na análise entre ED e PD não houve convergência sob o teste de Geweke. Não houve convergência sob o critério de Geweke para  $h^2_d$  de PD na análise entre PD e P210. Para as estimativas de  $h^2_m$  para PD entre ED e PD e para MD entre MD e P210 não foi observada convergência sob o teste de Geweke.

As estimativas de  $c^2$  para MD nas análises entre ED e MD e MD e P210 não apresentaram convergência pelo teste de Geweke. Para  $c^2$  de ED nas análises entre ED e P210 e de PD nas análises entre ED e PD e PD e P210, não foi observada convergência sob o critério de Geweke. No critério de Heidelberger e Welch, somente a estimativa de  $c^2$  da característica MD, em análise bi-característica entre MD e P210, não apresentou convergência.

As estimativas de herdabilidade direta obtidas em análises uni e bi-características por metodologia bayesiana, estão apresentados na Tabela 3. As estimativas observadas na diagonal são resultantes de análises uni-características e, fora da diagonal, são apresentadas as estimativas obtidas em análises bi-características. Pôde-se considerar que os valores de herdabilidade direta para as características de avaliação visual à desmama e ao sobreano e peso aos 210 e 450 dias de idade variaram conforme o tipo de análise (Tabelas 2 e 3), embora esta variação não seja de grande magnitude. Estimativas de herdabilidade ao sobreano foram superiores às obtidas à desmama em análises uni e bi-característica.

**Tabela 3:** Estimativas de herdabilidade direta em avaliações uni-características (valores na diagonal, em negrito), bi-características (valores fora da diagonal) e suas respectivas médias ( $h^2_d$ ) para as características estrutura (ED), precocidade (PD) e musculosidade (MD) à desmana, peso aos 210 dias de idade (P210), estrutura (ES), precocidade (PS) e musculosidade (MS) ao sobreano e peso aos 450 dias de idade (P450) obtidas sob enfoque bayesiano, em bovinos Nelore.

Característica	ED	PD	MD	P210	ES	PS	MS	P450	$h^2_d$
ED <sup>1</sup>	<b>0,20</b>	0,19	0,20	0,20	0,42	0,28	0,27	0,44	0,28
PD <sup>1</sup>	0,22	<b>0,24</b>	0,24	0,25	0,35	0,37	0,34	0,40	0,30
MD <sup>1</sup>	0,20	0,21	<b>0,21</b>	0,22	0,32	0,32	0,31	0,40	0,27
P210 <sup>1</sup>	0,20	0,21	0,21	<b>0,20</b>	0,39	0,29	0,29	0,48	0,28
ES <sup>1</sup>	0,44	0,40	0,40	0,45	<b>0,36</b>	0,36	0,36	0,41	0,40
PS <sup>1</sup>	0,45	0,46	0,46	0,46	0,42	<b>0,42</b>	0,42	0,45	0,44
MS <sup>1</sup>	0,39	0,40	0,40	0,41	0,37	0,37	<b>0,36</b>	0,40	0,39
P450 <sup>1</sup>	0,53	0,51	0,52	0,53	0,49	0,48	0,48	<b>0,48</b>	0,50

<sup>1</sup> = Desvio-padrão das estimativas igual a 0,02.

As estimativas de herdabilidade materna ( $h^2_m$ ) e da proporção da variância de ambiente permanente materno devido à variância total ( $c^2$ ) para as características mensuradas à desmama são apresentadas nas Tabelas 4 e 5, respectivamente. Os valores na diagonal são resultados das análises uni-características e, fora da diagonal estão os valores das análises bi-características. As estimativas médias de herdabilidade materna para as características de avaliação visual à desmama e peso padronizado aos 210 dias de idade variaram de 0,07 a 0,09. Já os valores médios de  $c^2$  variaram de 0,06 (para PD) a 0,12 (para ED e P210).



**Tabela 4:** Estimativas de herdabilidade materna obtidas em análises uni-característica (valores na diagonal, em negrito) e bi-características (valores fora da diagonal) e suas respectivas médias ( $h^2_m$ ) para as características estrutura (ED), precocidade (PD) e musculosidade (MD) à desmana e peso aos 210 dias de idade (P210) obtidas sob enfoque bayesiano, em bovinos Nelore.

Característica	ED	PD	MD	P210	ES	PS	MS	P450	$h^2_m$
ED <sup>1</sup>	<b>0,09</b>	0,10	0,10	0,10	0,04	0,07	0,07	0,03	0,08
PD <sup>1</sup>	0,10	<b>0,09</b>	0,10	0,09	0,06	0,05	0,05	0,04	0,07
MD <sup>1</sup>	0,12	0,12	<b>0,11</b>	0,11	0,09	0,07	0,07	0,05	0,09
P210 <sup>2</sup>	0,12	0,11	0,11	<b>0,10</b>	0,06	0,08	0,07	0,02	0,08

<sup>1</sup> = Desvio-padrão das estimativas igual a 0,01; <sup>2</sup> = Desvio-padrão das estimativas variaram de 0,004 a 0,01.

**Tabela 5:** Proporção entre a variância de ambiente permanente materno devido à variância total ( $c^2$ ) em análises uni-característica (valores na diagonal, em negrito) e bi-características (valores fora da diagonal) e suas respectivas médias ( $c^2$ ) para as características estrutura (ED), precocidade (PD) e musculosidade (MD) à desmana, peso aos 210 dias de idade (P210) obtidas sob enfoque bayesiano, em bovinos Nelore.

Característica	ED	PD	MD	P210	ES	PS	MS	P450	$c^2$
ED <sup>1</sup>	<b>0,10</b>	0,10	0,10	0,10	0,05	0,09	0,09	0,30	0,12
PD <sup>1</sup>	0,08	<b>0,07</b>	0,07	0,07	0,05	0,06	0,07	0,03	0,06
MD <sup>1</sup>	0,09	0,09	<b>0,09</b>	0,08	0,06	0,08	0,08	0,04	0,08
P210 <sup>2</sup>	0,09	0,15	0,15	<b>0,16</b>	0,09	0,13	0,13	0,05	0,12

<sup>1</sup> = Desvio-padrão das estimativas igual a 0,01; <sup>2</sup> = Desvio-padrão das estimativas variaram de 0,003 a 0,01.

### 3.4 – Estimativas de correlações genéticas, ambientais e fenotípicas

As convergências das estimativas de correlações estão disponíveis no Apêndice A. Todas as estimativas de correlações convergiram nos critérios gráficos, de Geweke e de Heidelberger e Welch, com exceção para as correlações genéticas de P210 com ED e PD e das correlações fenotípicas de MD

com MS e com P450 e de P210 com ED, PD e MD que não convergiram sob o critério de Geweke.

Na Tabela 6 são apresentadas as estimativas de correlações genéticas e ambientais estimadas em análises bi-características para características de avaliação visual e peso corporal. Características de avaliação visual mensuradas ao desmame e sobreano apresentaram correlações genéticas altas com pesos mensurados ao desmame e sobreano. A correlação genética entre características de avaliação visual foi elevada ao desmame (PD e MD) e ao sobreano (PS e MS). Entre P210 e P450 foi observada alta estimativa de correlação genética.

**Tabela 6:** Estimativas de correlações genéticas (acima da diagonal) e ambientais (abaixo da diagonal) obtidas em análises bi-características para estrutura (ED), precocidade (PD) e musculosidade (MD) à desmana, peso aos 210 dias de idade (P210), estrutura (ES), precocidade (PS) e musculosidade (MS) ao sobreano e peso aos 450 dias de idade (P450) obtidas sob enfoque bayesiano, em bovinos Nelore.

Característica	ED	PD	MD	P210	ES	PS	MS	P450
ED	-	0,40±0,06	0,46±0,06	0,86±0,02	0,96±0,01	0,59±0,04	0,60±0,04	0,91±0,01
PD	0,51±0,01	-	0,90±0,01	0,62±0,04	0,66±0,03	0,96±0,01	0,92±0,02	0,83±0,02
MD	0,56±0,01	0,75±0,01	-	0,69±0,04	0,71±0,03	0,88±0,02	0,94±0,01	0,87±0,02
P210	0,62±0,01	0,54±0,01	0,56±0,01	-	0,93±0,01	0,74±0,03	0,80±0,02	0,96±0,01
ES	0,33±0,02	0,19±0,02	0,23±0,02	0,39±0,02	-	0,48±0,03	0,52±0,03	0,89±0,01
PS	0,14±0,02	0,24±0,02	0,21±0,01	0,24±0,02	0,52±0,01	-	0,92±0,01	0,73±0,01
MS	0,17±0,02	0,23±0,02	0,27±0,01	0,24±0,02	0,53±0,01	0,73±0,01	-	0,77±0,02
P450	0,39±0,02	0,30±0,02	0,33±0,02	0,55±0,01	0,57±0,01	0,45±0,01	0,48±0,02	-

As estimativas das correlações ambientais variaram de baixa a alta magnitude. A maior correlação ambiental estimada foi entre MD e PD, igual a 0,75 e a menor entre PS e ED. Estimativas de correlações fenotípicas, obtidas em análises bi-características, são apresentadas na Tabela 7. As correlações fenotípicas foram próximas às ambientais em magnitude e de mesmo sentido para todas as características avaliadas.



## **4 - DISCUSSÃO**

### **4.1 – Estatísticas descritivas**

O aumento no número de animais avaliados da desmama ao sobreano nas características da avaliação visual pode ser observado na Tabela 1. Este aumento no número de registros ao sobreano se deve ao fato de que algumas fazendas do programa de melhoramento avaliam seus animais somente no sobreano. Já para as características de peso, houve uma diminuição do número de animais avaliados aos 210 para os 450 dias de idade, que ocorre devido ao manejo nas propriedades criadoras de gado de corte. O descarte ou seleção de animais no Brasil é feito em diferentes estágios da vida do animal (GUIDOLIN et al., 2012), o que acarreta em diferenças no total de animais avaliados para as diferentes características estudadas.

As médias obtidas para todas as características estudadas encontram-se dentro de intervalos esperados observados em trabalhos consultados na literatura (PEREIRA et al., 2000; BOLIGON et al., 2008; YOKOO et al., 2009; BOLIGON; ALBUQUERQUE, 2010; FARIA et al., 2010; LAUREANO et al., 2011).

### **4.2 – Definição do modelo mais adequado para as características à desmama**

Segundo Vargas et al. (2014), o ambiente materno dos bezerros é de grande importância para as características pré-desmama e sua inclusão deve ser avaliada na estimação dos parâmetros genéticos. O efeito genético materno é significativo sobre o peso dos animais até os 390 dias de idade (ALBUQUERQUE; MEYER, 2001) e a influência materna é devida à produção de leite da matriz, habilidade materna e ao desenvolvimento uterino, durante a gestação (MEYER, 1992).

Dessa forma, diferentes modelos para estimação de parâmetros foram estimados para identificar a interferência dos efeitos genético materno e de ambiente permanente materno sobre as características ED, PD, MD e P210 (Tabela 2). Todos os modelos testados (M1, M2, M3 e M4) foram significativos.

Por meio do teste LRT foi verificado que os efeitos materno e de ambiente permanente interferem no desempenho das características mensuradas a desmama dos animais e, dessa forma, o modelo completo (M4) foi o que descreveu com melhor confiabilidade o desempenho das características mensuradas à desmama.

### 4.3 – Herdabilidades das características estudadas

As estimativas de herdabilidade direta ( $h^2_d$ ) para ED variaram de 0,19 a 0,44, com média igual a 0,28 (Tabela 3). Os valores de  $h^2_d$  foram elevados quando análises bi-características foram realizadas entre ED e P450. A interferência gerada devido à estrutura de covariância entre essas características, observada pela elevada correlação genética estimada (Tabela 4), pode ter levado à inflação na estimativa de herdabilidade direta para ED. As características PD e MD apresentaram estimativas de herdabilidade direta média iguais a 0,30 e 0,27, respectivamente, e variação semelhante à observada para ED em relação às análises bi-características com P450. Estes resultados foram próximos aos encontrados por Faria et al. (2010), em bovinos da raça Nelore.

As estimativas de  $h^2_d$  para avaliação visual ao sobreano apresentaram menores variações entre análises uni e bi-característica. Para ES e PS, as estimativas foram moderadas, com médias de 0,40 e 0,44, respectivamente, e para MS todas as estimativas foram moderadas, com média 0,39. A estimativa obtida por Koury Filho et al. (2006) para a característica estrutura foi inferior à deste trabalho (0,24) enquanto para as características precocidade e musculosidade, foram superiores (0,63 e 0,48 para PS e MS, respectivamente). Para MS, o valor estimado de  $h^2_d$  foi superior aos encontrados na literatura, que variaram de 0,18 a 0,33 (ELER et al., 1996; KOURY FILHO, 2001; VAN MELIS et al., 2003; FARIA et al., 2010). Dessa forma, devido aos valores das estimativas de herdabilidade, a utilização da avaliação visual ao sobreano como critério de seleção poderá proporcionar maior progresso genético na composição corporal dos animais e seleção para biotipo, quando comparado à seleção pelas

características medidas à desmama. Tal fato deve ocorrer em virtude de, ao sobreano, existir menor influência do efeito materno e maior do efeito direto.

Para as características P210 e P450, também houve aumento das estimativas médias de  $h^2_d$  da desmama para o sobreano. Para P210, a estimativa de  $h^2_d$  variou de moderada a alta, com média de 0,28. Nas avaliações de P450, todas as estimativas de  $h^2_d$  foram altas, com média de 0,50. Estes valores estão de acordo com os estimados por Garnero et al. (2001), Marcondes et al. (2002) e Boligon et al. (2008). Santos et al. (2012) e Silva et al. (2013) estimaram  $h^2_d$  igual a 0,41 e 0,56 para peso ao sobreano de animais Nelore, enquanto Laureano et al. (2011), em análise uni-característica, observaram estimativas de  $h^2_d$  iguais a 0,20 e 0,21 para peso a desmama e ao sobreano, respectivamente.

As estimativas médias de herdabilidade materna ( $h^2_m$ ) (Tabela 4) para as características mensuradas à desmama foram baixas, com médias de 0,08 para ED e P210, 0,07 para PD e 0,09 para MD. As estimativas médias da proporção entre a variância de ambiente permanente materno devido à variância total ( $c^2$ ) foram iguais a 0,12 para ED e P210. Para PD e MD, o  $c^2$  foi igual a 0,06 e 0,08, respectivamente (Tabela 5). As estimativas para  $h^2_d$ ,  $h^2_m$  e  $c^2$  apresentaram baixos erros-padrão, o que indica que são confiáveis.

Boligon et al. (2008), em estudo com animais da raça Nelore, e Vargas et al. (2014), com animais da raça Brahman, estimaram  $h^2_m$  para peso a desmama igual a 0,10. Mello et al. (2006) e Santos et al. (2012) estimaram  $h^2_m$  igual a 0,04 e 0,16 para peso a desmama, respectivamente. Vargas et al. (2014) estimaram  $c^2$  igual a 0,16, estimativa superior à obtida neste trabalho para P210.

#### **4.4 – Estimativas de correlações entre características**

As correlações genéticas estimadas (Tabela 6) indicaram que características medidas em diferentes idades (desmama e ao sobreano) foram, parcialmente influenciadas pelo mesmo conjunto de genes de ação aditiva (FERRAZ FILHO et al., 2002). Dessa forma, foram observadas altas estimativas de correlações genéticas para as características medidas em ambas as fases, sendo que entre ED e ES, PD e PS e MD e MS as estimativas foram iguais a

0,96, 0,96 e 0,94. Estas estimativas indicam que as medidas podem ser tomadas uma única vez (desmama ou sobreano). Devido às elevadas  $h^2_d$  observadas ao sobreano, maior ênfase pode ser dada na seleção nesta idade, em que é esperado progresso genético rápido e conseqüente resposta indireta e favorável em características mensuradas à desmama.

As demais correlações genéticas entre todas as características de avaliação visual medidas ao desmame e sobreano foram positivas e de moderada a alta magnitude. As altas correlações entre P e M à desmama e sobreano, estão de acordo com o estimado por Koury Filho et al. (2006) e Faria et al. (2010), indicando que ao selecionar animais de biotipo precoce, indiretamente será selecionado maior musculabilidade.

A característica P210 apresentou estimativa de correlação genética alta, positiva e favorável com as características de avaliação visual, sendo: 0,85 com ED; 0,62 com PD, 0,69 com MD, 0,93 com ES, 0,74 com PS e 0,80 com MS. Para P450, as correlações genéticas também foram positivas e favoráveis (0,91 com ED; 0,83 com PD, 0,87 com MD, 0,89 com ES, 0,73 com PS e 0,77 com MS). Estes resultados indicam que as características avaliadas visualmente, pela metodologia proposta por Koury Filho e Albuquerque (2002) e Koury Filho et al. (2006), compõem o biotipo do animal e que, quanto maiores as notas das características, maior o tamanho (E), melhor a proporções de profundidade de costelas em relação à altura de membros (P) e maior a quantidade de músculos (M) e, dessa forma, maiores pesos a desmama (P210) e ao sobreano (P450). Assim, ao utilizar as características avaliadas visualmente na seleção em um rebanho, espera-se progresso genético para P210 e P450.

As estimativas de correlações ambientais (Tabela 6) e fenotípicas (Tabela 7) entre as características estudadas variaram de baixas a altas magnitudes e foram similares em magnitude e sentido com as correlações genéticas. As correlações ambientais entre MD e PD e MS e PS foram as de maior estimativa, indicando que o ambiente proporcionado aos animais para uma melhora na musculatura, também interferirá no biotipo precocidade. Correlações fenotípicas elevadas foram observadas entre PD e MD, PS e MS e P210 e P450.

## **5 - CONCLUSÃO**

Devido à influência no desempenho das características medidas por avaliação visual ao desmame e peso aos 210 dias de idade, os efeitos aleatórios genético materno e de ambiente permanente materno devem ser considerados em avaliações genéticas em bovinos da raça Nelore. Características mensuradas ao sobreano são indicadas para seleção por apresentarem elevadas estimativas de herdabilidade sem interferência de efeitos maternos. Espera-se maior progresso genético por meio da seleção para características mensuradas ao sobreano, principalmente para o peso aos 450 dias de idade, assim como resposta correlacionada favorável em características mensuradas ao desmame



## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE L.G., MEYER K. Estimates of direct and maternal genetic effects for weights from birth to 600 days of age in Nelore cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, Berlin, v. 118, n. 2, p. 83–92, 2001.

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

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

BOLIGON, A. A.; AYRES, D. R.; PEREIRA, R. J.; ALBUQUERQUE, L. G. Correlações genéticas entre escores visuais com a reconcepção de fêmeas primíparas e dias para o primeiro parto em animais da raça Nelore. **In: IX Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal**, João Pessoa, 2012.

COWLES, M.; CARLIN, B. Markov chain Monte Carlo convergence diagnostics: a comparative review. **Journal of the American Statistical Association**, vol. 91, n. 434, p. 883-904, 1996.

DOBSON A.J. 1990. **An introduction to generalized linear models**, 2nd ed. 174p.

ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; SILVA, P. R. Parâmetros genéticos para peso, avaliação visual e circunferência escrotal na raça Nelore, estimados por modelo animal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, n. 2, p. 203-213, 1996.

FARIA, C. U.; PIRES, B. C.; VOZZI, A. P.; MAGNABOSCO, C. U.; KOURY FILHO, W.; VIU, M. A. O.; OLIVEIRA, H. N.; LÔBO, R. B. Genetic correlations between categorical morphological traits in Nelore cattle by applying Bayesian

analysis under a threshold animal model. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, Berlin, v. 127, n. 5, p. 337-384, 2010.

FERRAZ FILHO, P. B.; RAMOS, A. A.; SILVA, L. O. C.; SOUZA, J. C.; ALENCAR, M. M. Herdabilidade e correlações genéticas, fenotípicas e ambientais para pesos em diferentes idades de bovinos da raça Tabapuã. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 65–69, 2002.

GARNERO, A. V.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; OLIVEIRA, H. N. Comparação entre alguns critérios de seleção para crescimento na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 74-78, 2001.

GEWEKE, J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to calculating posterior moments. In **Bayesian Statistics 4**, (ed. J. M. Bernardo, J. O. Berger, A. P. Dawid, and A. F. M. Smith). Clarendon Press, Oxford, UK, 1992.

GUIDOLIN, D. G. F.; BUZANSKAS, M. E.; RAMOS, S. B.; VENTURINI, G. C.; LÔBO, R. B.; PAZ, C. C. P.; MUNARI, D. P.; OLIVEIRA, J. A. Genotype - environment interaction for post-weaning traits in Nelore beef cattle. **Animal Production Science**, v. 52, n. 11, p. 975-980, 2012.

HEIDELBERGER, P. and WELCH, P. D. Simulation run length control in the presence of an initial transient. **Operations Research**, vol. 31, n. 6, 1109-44, 1983.

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

KOURY FILHO, W. **Análise Genética De Escores De Avaliações Visuais E Suas Respectivas Relações Com Desempenho Ponderal Na Raça Nelore**. 2001. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Pirassununga – SP, 2001.

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

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

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**, Belo Horizonte, v. 63, n. 1, p. 949-958, 2011.

LIMA, F. P.; BONILHA NETO, L. M.; RAZOOK, A. G.; PACOLA, L. J.; FIGUEIREDO, L. A. de; PEIXOTO, A. M. Parâmetros genéticos em características morfológicas de bovinos Nelore. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 46, n. 2, p. 249-257, 1989.

MARCONDES, C. R.; GAVIO, D.; BITTENCOURT, T. C. C.; ROCHA, J. C. M. C.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; TONHATI, H. Estudo de modelo alternativo para estimação de componentes de (co)variância e predição de valores genéticos de características de crescimento em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 54, n.1, p. 93-99, 2002.

MELLO, S. de P.; 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**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 92-7, 2006.

MEYER, K. Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 31, n. 3-4, p. 179–204, 1992.

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

MISZTAL, I. 2010. Disponível em:

<<http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/newprograms.html>>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2015.

PAULINO, C. D.; TURKMAN, M. A. A.; MURTEIRA, B. **Estatística Bayesiana**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2003. 446 p.

PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Correlação Genética Entre Perímetro Escrotal e Algumas Características Reprodutivas na Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1676-1683, 2000.

SANTOS, G. C. J.; LOPES, F. B.; MARQUES, E. G.; SILVA, M. C.; CAVALCANTE, T. V.; FERREIRA, J. L. Tendência genética para pesos padronizados aos 205, 365 e 550 dias de idade de bovinos Nelore na região norte do Brasil. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 34, n. 1, p. 97-101, 2012.

SAS<sup>®</sup> 2004. SAS/STATS Software. **SAS Institute**, Cary, NC.

SILVA, T. B. R.; ARAUJO, C. V.; BITTENCOURT, T. C. B. S. C.; ARAUJO, S. I.; LOBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; SILVA, D. A.; SILVA, A. A. Use of orthogonal functions in random regression models in describing genetic variance in Nellore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 42, n. 4, p. 254-258, 2013.

SMITH, B. J. **Bayesian output analysis program (BOA) for MCMC**. [2005] Disponível em: <<http://www.public-health.uiowa.edu/boa>>. Acesso em: 22 de maio de 2015.

VAN MELIS, M. H.; ELER, J. P.; SILVA, J. A. V.; FERRAZ, J. B. S. Estimação de parâmetros genéticos em bovinos de corte utilizando os métodos de máxima verossimilhança restrita e R. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1624-1632, 2003.

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

YOKOO, M. J. I.; WERNECK, J. N.; PEREIRA, M. C.; ALBUQUERQUE, L. G.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R. D.; LÔBO, R. B.; ARAÚJO, F. R. da C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, 9, p. 197-202, 2009.

### **CAPÍTULO 3 – ANÁLISE GENÉTICA DE CARACTERÍSTICAS DE AVALIAÇÃO VISUAL E PESO PADRONIZADO AO SOBREANO E SUAS RELAÇÕES COM CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE ANIMAIS DA RAÇA NELORE**

**RESUMO** - Foram estimados parâmetros genéticos para características de avaliação visual ao sobreano, idade ao primeiro parto (IPP), probabilidade de parto precoce (3P) e stayability (STAY) em bovinos da raça Nelore. Verificou-se a possibilidade da inclusão dessas características nos critérios de seleção de programas de avaliação genética. O conjunto de dados utilizado era composto por registros de 37.826 animais e pedigree com 88.213 animais. O método dos quadrados mínimos foi utilizado para definição de efeitos fixos considerados nos modelos de estimação de parâmetros. Os modelos utilizados eram compostos pelo efeito aleatório genético direto de animal e residual. As estimativas dos parâmetros genéticos, ambientais e fenotípicas foram obtidas em análises uni e bi-características, por meio de análise bayesiana. A característica STAY foi definida como a capacidade de a fêmea permanecer até os 76 meses de idade no rebanho, parindo pelo menos três vezes, enquanto a característica 3P identifica fêmeas, que desafiadas precocemente, foram diagnosticadas prenhes, mantiveram esta gestação e pariram um bezerro vivo até 30 meses de idade. Para as características de avaliação visual ao sobreano, as estimativas médias de herdabilidade foram iguais a 0,37 (estrutura), 0,42 para (precocidade), 0,37 (musculosidade) e 0,48 (peso padronizado aos 450 dias de idade). A idade ao primeiro parto apresentou baixa estimativa de herdabilidade média (0,18), enquanto as características 3P e STAY apresentaram maiores valores (0,36 e 0,24, respectivamente). As correlações genéticas entre IPP, 3P e STAY, com as características de avaliação visual e peso, foram favoráveis, indicando que ao selecionar animais de maior peso e maiores valores de estrutura, precocidade e musculosidade, indiretamente estará selecionando animais de menores idade ao primeiro parto e com sucesso nas características de precocidade sexual e permanência no rebanho. Dessa forma, a seleção de animais com maiores pesos e valores das características de avaliação visual, serão animais mais precoces sexualmente e com maior permanência no rebanho. A estimativa de herdabilidade da característica 3P indica desafiar as novilhas à reprodução em idades jovens, permitindo identificar e selecionar as fêmeas de maior precocidade sexual. Os valores estimados de herdabilidade e das correlações existentes entre as características estudadas justificam a inclusão das mesmas nos critérios de seleção de programas de avaliação genética.

**Palavras-chave:** correlações genéticas, herdabilidade, longevidade produtiva, precocidade, zebuínos.

## 1 - INTRODUÇÃO

Na bovinocultura, o constante melhoramento do potencial genético dos rebanhos é fator importante para o aumento da produtividade, melhorias dos índices zootécnico e na qualidade do produto final (ÁVILA; JOSAKIAHN, 2012). Com a utilização da seleção nos rebanhos, é possível alterar as frequências gênicas de forma benéfica, com consequentes melhorias em produtividade e aumento do resultado financeiro.

No Brasil, a seleção em bovinos de corte, em sua maioria, tem como base a utilização de pesos padronizados em diferentes idades e ganhos de peso (QUEIROZ et al., 2013). No entanto, a seleção de animais por um biotipo adequado ao sistema produtivo é um aspecto determinante para aumentar a eficiência econômica da empresa rural e condição primordial para a sustentabilidade da atividade pecuária (FARIA et al., 2009).

A diferenciação morfológica em um lote de manejo é possível com a utilização da avaliação visual, que também permite a identificação de diferentes biotipos. A metodologia proposta por Koury Filho e Albuquerque (2002) e Koury Filho et. al (2006), descreve as características de escores visuais como estrutura, precocidade e musculabilidade, ou EPM. Atualmente, esta metodologia é utilizada pelos programas de melhoramento genético da Associação Brasileira de Criadores de Zebu - ABCZ e Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores – ANCP.

Além das características de pesos padronizados e dos escores visuais, outro fator que tem sido considerado para melhoria de desempenho dos rebanhos é a avaliação da precocidade sexual e fertilidade (GUARINI et al., 2015), como as características idade ao primeiro parto, probabilidade de parto precoce e habilidade de permanência. De acordo com Dias et al. (2004), a antecipação da idade ao primeiro parto está diretamente ligada à eficiência e lucratividade da produção de carne bovina, muito embora esta característica reprodutiva apresente baixa herdabilidade (BUZANSKAS et al., 2010; SILVEIRA et. al., 2014; VALENTE et al., 2014).

Características reprodutivas, em geral, possuem baixas estimativas de herdabilidade, porém elevada importância econômica. Assim, programas de

seleção que considerem estas características poderão ter impacto positivo na produtividade dos rebanhos a longo prazo (BOLIGON et al., 2008). Segundo Garcia et al. (2008), identificar características reprodutivas de fácil mensuração, economicamente importantes e que apresentem potencial seletivo é essencial. Além disso, Moreira (2011) destacou a importância de existirem correlações genéticas favoráveis entre estas e outras características importantes dentro do processo de seleção.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos para características de avaliação visual, idade ao primeiro parto, probabilidade de parto precoce e habilidade de permanência (ou stayability) em bovinos Nelore e verificar a possibilidade da inclusão dessas características nos critérios de seleção de programas de avaliação genética.



## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 - Banco de Dados Fenotípicos

O arquivo de dados utilizado neste trabalho foi concedido pela Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP) e continha informações de 37.826 animais da raça Nelore, nascidos entre os anos de 2002 a 2014, pertencentes a fazendas distribuídas pelo Brasil, participantes do programa de avaliação genética da ANCP. Foram estudadas as características peso ajustado aos 450 dias de idade (P450); escores visuais de estrutura, precocidade e musculabilidade ao sobreano (ES, PS, MS); idade ao primeiro parto (IPP), probabilidade de parto precoce (3P) e habilidade de permanência (STAY). O arquivo de pedigree foi formado por 88.213 animais.

O banco de dados foi composto por uma média de 1,93 filhos por matriz e 33,73 filhos por touro. A média de idade dos animais na avaliação visual ao sobreano foi igual a 487 dias. As avaliações visuais foram realizadas por técnicos capacitados da ANCP, por meio de classificação com valores de 1 a 6, baseado na metodologia EPM (Estrutura, Precocidade e Musculabilidade) proposta por Koury Filho e Albuquerque (2002) e Koury Filho et al. (2006), em que:

- Estrutura Corporal (E): Prediz visualmente a área que o animal abrange visto de lado, olhando-se basicamente para o comprimento corporal e altura. Notas 1, são dadas aos menores animais do lote de manejo e, de maneira crescente, notas 6 são referentes aos maiores animais.

- Precocidade (P): A avaliação do biotipo mais precoce é realizada com base na proporção entre profundidade de costelas e altura de membros, e visa animais com boa deposição de gordura subcutânea. O animal com biotipo precoce tende a exigir menor tempo de engorda e, conseqüentemente, menor custo de produção. Notas 1 são atribuídos aos animais com pouca precocidade e notas 6 aos animais precoces, de maiores profundidades de costela.

- Musculabilidade (M): A musculabilidade é avaliada por meio da convexidade e da distribuição das massas musculares. Notas de 1 a 6 são dadas aos animais que apresentam pouca musculatura até os que possuem grande volume de massas musculares.

A definição dada por Hudson e Van Vleck (1981) para STAY é: “a probabilidade da fêmea permanecer no rebanho até determinada idade, sendo que foi dado a ela a oportunidade de chegar a esta idade”. Neste estudo, a característica STAY expressa a capacidade de a fêmea permanecer até os 76 meses de idade no rebanho, parindo pelo menos três vezes. Definiram-se três partos na análise de STAY, pois a partir deste valor os custos de cria e recria da vaca estariam sendo descontados (FORMIGONI et al., 2005). O período de 76 meses foi proposto para que a vaca tivesse a chance de conseguir os três partos, com a possibilidade de uma falha se esta entrasse em reprodução aos 24 meses de idade e em razão da diversidade de manejo nos diferentes rebanhos que compunham a base de dados estudada. A característica 3P identifica fêmeas, que desafiadas precocemente, foram diagnosticadas prenhes, mantiveram esta gestação e pariram um bezerro vivo até 30 meses de idade. As fêmeas que tiveram falharam nessas características receberam nota 1 e as que tiveram sucesso, ou seja, são precoces ou permanecem produtivas no rebanho até os 76 meses de idade receberam nota 2.

## **2.2 - Análise Genética**

Para definição dos efeitos fixos das características contínuas que foram considerados nas análises de estimação de parâmetros genéticos, utilizou-se o método dos quadrados mínimos por meio do procedimento GLM do programa estatístico SAS (SAS<sup>®</sup>, 2004). Para as características ES, PS e MS, foram considerados como efeitos fixos significativos ( $P < 0,05$ ) o grupo de contemporâneos (GC), idade dos animais na avaliação (covariável, efeito linear) e classes de idade da vaca ao parto (covariável, efeitos linear e quadrático). Para P450, os efeitos fixos significativos ( $P < 0,05$ ) foram o GC e classe de idade da vaca ao parto (covariável, efeitos linear e quadrático). Os efeitos fixos significativos ( $P < 0,05$ ) considerados para IPP foram GC e classe de idade da vaca ao parto (covariável, efeito linear).

Para a definição dos efeitos fixos das características categóricas, utilizou-se o regressão logística por meio do procedimento GENMOD do programa estatístico SAS (SAS<sup>®</sup>, 2004). Para 3P, os efeitos fixos significativos ( $P < 0,05$ )

foram GC e classe de idade da vaca ao parto (covariável, efeitos linear e quadrático). Para STAY, considerou-se somente GC como efeito fixo. Os GCs foram formados e fornecidos pela própria ANCP e contêm, basicamente, registros de criador, sexo, estação e ano de nascimento e fazenda de nascimento.

Informações de touros com menos de três filhos e GCs com menos de três animais foram excluídos das análises. Para as características STAY e 3P, descartou-se grupos sem variabilidade da variável resposta. Assim, foram excluídos GCs com apenas uma informação (grupos somente com fêmeas classificadas como “1” ou grupos com apenas fêmeas “2”). De acordo com Silva et al. (2005), a existência de GCs sem variabilidade poderia prejudicar a convergência da análise estatística se estes forem considerados como efeito fixo e/ou resultaria em estimativas dos componentes de (co)variâncias viesadas.

Verificou-se, por meio do procedimento UNIVARIATE do programa estatístico SAS (SAS®, 2004), a normalidade dos resíduos padronizados para cada característica. Observações cujo resíduo padronizado apresentou-se acima de 3,5 ou abaixo de -3,5 desvios-padrão foram excluídas.

O modelo estatístico utilizado para as análises foi composto pelos efeitos aleatórios genético aditivo direto de animal e residual e pelos efeitos fixos anteriormente mencionados. Este pode ser representado por:

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

em que  $y$  é o vetor das medidas de cada característica mensurada,  $\beta$  é o vetor dos efeitos fixos,  $a$  é o vetor do efeito aleatório genético aditivo direto de animal e  $e$  é o vetor do efeito aleatório do resíduo.  $X$  e  $Z$  são as matrizes de incidência associadas aos seus respectivos efeitos em  $y$ .

As pressuposições do modelo estatístico geral foram assumidas como:

$$E[y] = X\beta, E \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, Var \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 \\ 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

em que  $\sigma_a^2$  é a variância genética aditiva direta,  $\sigma_e^2$  é a variância residual,  $A$  é a matriz de parentesco e  $I$  é a matriz identidade.

Para as características de avaliação visual ao sobreano (ES, PS e MS), peso padronizado aos 450 dias de idade e idade ao primeiro parto foram utilizados modelos lineares. Para as características 3P e STAY foram aplicados modelos de limiar.

Para as análises uni e bi-características com abordagem bayesiana, foi utilizado o programa thrgibbsf90b (MISZTAL, 2010), em que considerou-se cadeias de comprimento de 1.200.000 ciclos e período de “burn-in” de 200.000 ciclos. As amostras foram armazenadas a cada 200 ciclos, gerando 5.000 amostras. Tanto o período de descarte, quanto o intervalo de amostragem, foram estabelecidos empiricamente. Foram definidas distribuições “*a priori*” não informativas para todos os efeitos e para as variâncias genéticas.

A convergência das cadeias (Apêndice B) geradas pelo amostrador de Gibbs foi monitorada por meio da análise gráfica das medidas descritivas e dos diagnósticos de Geweke (GEWEKE, 1992) e de Heidelberger e Welch (HEIDELBERGER; WELCH, 1983), obtidas à partir do pacote “Bayesian Output Analysis Program – BOA” (SMITH, 2005).

O critério de Geweke baseia-se em técnicas de séries temporais (PAULINO et al. 2003), em que são gerados valores padronizados de  $z$  ( $z$ -scores), tal que a convergência da cadeia de Gibbs é comprovada quando esses valores se encontram no intervalo de  $-1,96 < z < 1,96$  (COWLES; CARLIN, 1996). O critério de Heidelberger e Welch utiliza a estatística de Cramer-von-Mises para testar a hipótese nula de que a amostra tomada para o teste segue distribuição estacionária. O teste é aplicado a toda a cadeia e depois aos 10%, 20% e sucessivas primeiras iterações até que a hipótese nula seja aceita, ou até atingir 50% das iterações; quando há falha no teste pode-se concluir que não houve estacionariedade ou convergência na cadeia e maior número de iterações devem ser analisadas (COWLES; CARLIN, 1996).

### 3 – RESULTADOS

#### 3.1 – Estatísticas descritivas

Na Tabela 1 são apresentadas as estatísticas descritivas para características de avaliação visual obtidas ao sobreano, P450, IPP, 3P e STAY. Menor quantidade de informações foi observada para STAY, com 2.524 animais. O peso padronizado aos 450 dias de idade foi de 285kg e a média da idade ao primeiro das fêmeas foi igual a 34,47 meses. Estes valores estão próximos aos encontrados na literatura (LAUREANO et al., 2011; LOPES et al., 2013; GUNSKI et al., 2001; YOKOO et al., 2007).

**Tabela 1.** Números de animais, de pais, de mães, de grupos de contemporâneos (GC), média fenotípica, moda, mediana, desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV%), valores mínimo (Min) e máximo (Máx) para as características estrutura (ES), precocidade (PS) e musculosidade (MS) ao sobreano; peso aos 450 dias de idade (P450); idade ao primeiro parto (IPP); probabilidade de parto precoce (3P); e habilidade de permanência (STAY).

Característica	Animal	Pai	Mãe	GC	Média	Moda	Mediana	DP	CV%	Min	Máx
ES	26057	719	15531	547	-	4	4	-	-	1	6
PS	26057	719	15531	547	-	4	4	-	-	1	6
MS	26057	719	15531	547	-	3	4	-	-	1	6
P450 (kg)	26259	709	14864	1024	285,54	-	-	51,34	17,98	124	480
IPP (meses)	6436	414	5406	141	34,47	-	-	5,14	14,91	21	49
3P	4281	339	3806	72	-	1	1	-	-	1 (54,16%)	2 (45,86%)
STAY	2524	238	2259	51	-	2	2	-	-	1 (24,83%)	2 (75,17%)

#### 3.2 – Estimativas de herdabilidade

As análises convergências das análises uni e bi-características sob enfoque bayesiano foram pelos gráficos e testes de Geweke e Heidelberger e Welch (Apêndice B). As estimativas de  $h^2_d$  das análises uni-características convergiram em todos os critérios. Nas análises bi-características, não houve convergência sob o teste de Geweke as estimativas de  $h^2_d$  de STAY na análise com PS, MS e P450 e de 3P na análise com IPP.

As estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ) obtidas em análises uni e bi-características são apresentadas na Tabela 2.

Para as características de avaliação visual ao sobreano, peso 450 dias de idade, idade ao primeiro parto, probabilidade de parto precoce e stayability as estimativas de herdabilidade variaram conforme o tipo de análise (uni e bi-características). Dentre as características reprodutivas, a idade ao primeiro parto apresentou menor estimativa de herdabilidade.

**Tabela 2.** Estimativas de herdabilidade a partir de análises uni-característica (valores na diagonal, em negrito), bi-característica (valores fora da diagonal) e suas respectivas médias ( $h^2$ ) para as características estrutura (ES), precocidade (PS) e musculosidade (MS) ao sobreano, peso aos 450 dias de idade (P450), idade ao primeiro parto (IPP), probabilidade de parto precoce (3P) e habilidade de permanência (STAY).

Característica	ES	PS	MS	P450	IPP	3P	STAY	$h^2$
ES <sup>1</sup>	<b>0,36</b>	0,36	0,36	0,41	0,36	0,36	0,36	0,37
PS <sup>1</sup>	0,42	<b>0,42</b>	0,42	0,45	0,42	0,42	0,42	0,42
MS <sup>1</sup>	0,37	0,37	<b>0,36</b>	0,40	0,36	0,36	0,36	0,37
P450 <sup>1</sup>	0,49	0,48	0,48	<b>0,48</b>	0,48	0,48	0,48	0,48
IPP <sup>2</sup>	0,13	0,13	0,13	0,13	<b>0,12</b>	0,12	0,12	0,13
3P <sup>3</sup>	0,39	0,38	0,40	0,39	0,12	<b>0,36</b>	0,39	0,35
STAY <sup>3</sup>	0,22	0,22	0,21	0,22	0,19	0,20	<b>0,19</b>	0,21

<sup>1</sup> = Desvio-padrão das estimativas igual a 0,02; <sup>2</sup> = Desvio-padrão das estimativas igual a 0,03; <sup>3</sup> = Desvio-padrão das estimativas entre 0,07 a 0,08.

### 3.3 – Estimativas de correlações entre as características estudadas

Pelos critérios gráficos, as correlações genéticas entre as características reprodutivas (IPP x 3P, IPP x STAY e STAY x 3P) não apresentaram convergência. Sob os critérios de Geweke, as correlações genéticas e ambientais que não convergiram foram de STAY com IPP, ES, PS e MS e de IPP x 3P. As estimativas de correlações fenotípicas que não convergiram sob os critérios de Geweke foram de STAY com ES e IPP e de 3P com PS e IPP (Apêndice B).

Na Tabela 3 são apresentadas as correlações genéticas e ambientais estimadas em análises bi-características. Características de avaliação visual mensuradas ao sobreano apresentaram correlações genéticas altas com P450. Todas as características de avaliação visual e P450 apresentaram estimativas de correlações genéticas negativas com as características reprodutivas, variando de baixa a alta magnitude. As características PS e MS, quando comparadas a P450, apresentaram maiores estimativas de correlações genéticas com características reprodutivas.

As estimativas de correlação ambiental variaram de baixa a alta, sendo elevada entre as características PS e MS e de menor magnitude entre ES e STAY. Nas correlações genéticas entre ES x IPP, ES x 3P e nas correlações ambientais ES x STAY, PS x 3P, PS x STAY, MS x STAY, P450 x STAY e 3P x STAY os desvios-padrões foram iguais ou maiores do que as estimativas.

**Tabela 3.** Estimativas de correlações genéticas (acima da diagonal) e ambientais (abaixo da diagonal) obtidas em análises bi-características entre estrutura (ES), precocidade (PS) e musculosidade (MS) ao sobreano, peso aos 450 dias de idade (P450), idade ao primeiro parto (IPP), probabilidade de parto precoce (3P) e habilidade de permanência (STAY).

Característica	ES	PS	MS	P450	IPP	3P	STAY
ES	-	0,48±0,03	0,52±0,03	0,89±0,01	-0,06±0,10	0,06±0,14	0,18±0,15
PS	0,52±0,01	-	0,92±0,01	0,73±0,01	-0,47±0,09	0,52±0,10	0,26±0,14
MS	0,53±0,01	0,73±0,01	-	0,77±0,02	-0,37±0,09	0,44±0,10	0,24±0,15
P450	0,57±0,01	0,45±0,01	0,48±0,02	-	-0,22±0,10	0,23±0,12	0,23±0,14
IPP	-0,07±0,03	-0,05±0,03	-0,06±0,03	-0,12±0,03	-	-0,91±0,06	-0,64±0,19
3P	0,18±0,07	0,06±0,06	0,08±0,06	0,20±0,08	-0,76±0,01	-	0,50±0,23
STAY	0,03±0,06	0,05±0,06	0,07±0,06	0,05±0,06	-0,15±0,04	0,05±0,11	-

As estimativas de correlações fenotípicas, obtidas em análises bi-características, são apresentadas na Tabela 7. As correlações ambientais foram próximas às fenotípicas em magnitude e de mesmo sentido para todas as características avaliadas.

**Tabela 4.** Estimativas de correlação fenotípica (acima da diagonal) obtidas em análises bi-características entre estrutura (ES), precocidade (PS) e musculosidade (MS) ao sobreano, peso aos 450 dias de idade (P450), idade ao primeiro parto (IPP), probabilidade de parto precoce (3P) e habilidade de permanência (STAY).

Característica	PS	MS	P450	IPP	3P	STAY
ES	0,50±0,01	0,52±0,01	0,71±0,004	-0,07±0,02	0,13±0,03	0,07±0,03
PS	-	0,80±0,002	0,58±0,01	-0,14±0,02	0,24±0,03	0,11±0,03
MS	-	-	0,60±0,005	-0,12±0,02	0,22±0,03	0,11±0,03
P450	-	-	-	-0,14±0,02	0,22±0,03	0,10±0,03
IPP	-	-	-	-	-0,77±0,006	-0,22±0,02
3P	-	-	-	-	-	0,17±0,05



## 4 - DISCUSSÃO

### 4.1 – Herdabilidades das características estudadas

As estimativas de  $h^2$  para características de avaliação visual ao sobreano foram moderadas. Para ES e PS, os valores médios estimados foram iguais a 0,37 e 0,42, respectivamente. Para MS, pode-se considerar todas as estimativas moderadas, com média de 0,37. Estes valores foram superiores aos estimados por Koury Filho et al. (2006) para ES (0,24) e inferiores aos estimados para PS e MS, que foram iguais a 0,63 e 0,48, respectivamente. Para MS, o valor estimado de  $h^2$  foi superior aos encontrados na literatura, que variaram de 0,18 a 0,33 (ELER et al., 1996; FARIA et al., 2010; KOURY FILHO, 2001; VAN MELIS et al., 2003). A partir das estimativas de herdabilidade, a utilização da avaliação visual ao sobreano como critério de seleção poderá proporcionar progresso genético na composição corporal e biotipo dos animais.

Nas avaliações de P450, todas as estimativas de  $h^2$  foram altas, com média igual a 0,48. Estes valores estão de acordo com os estimados por Garnero et al. (2001), Marcondes et al. (2002) e Boligon et al. (2008). Santos et al. (2012) e Silva et al. (2013) estimaram  $h^2$  igual a 0,41 e 0,56 para peso ao sobreano, enquanto Laureano et al. (2011), por meio de análise uni-característica, estimaram herdabilidade igual a 0,21.

De todas as características estudadas, a IPP apresentou as menores estimativas de  $h^2$ , variando de 0,12 a 0,48, com média 0,18. A alta estimativa de  $h^2$  obtida em análise bi-característica entre IPP e 3P pode ser devido à influência dos mesmos conjuntos de genes de ação aditiva agindo na expressão das duas características. Boligon et al. (2008) e Laureano et al. (2011) estimaram  $h^2$  de 0,14 e 0,15, respectivamente, para animais da raça Nelore, pelo do método de máxima verossimilhança restrita. Com metodologia bayesiana, Silva et al. (2005) e Valente et al. (2014), estimaram  $h^2$  igual a 0,09 para IPP. Mesmo sendo considerada uma característica herdável, a seleção direta para IPP será lenta, quando comparada à seleção de outras características de interesse. Boligon e Albuquerque (2011) concluíram que seria benéfico a utilização da característica

prenhez de novilhas aos 16 meses na seleção para precocidade sexual, devido à sua maior herdabilidade.

Dentre as características reprodutivas, as estimativas de  $h^2$  para 3P foram de maiores valores, com média igual a 0,35, indicando que a seleção para 3P irá gerar mudança genética média na população mais rapidamente do que a seleção para as demais características reprodutivas. Dessa forma, recomenda-se desafiar as novilhas à reprodução em idades jovens, permitindo identificar e selecionar as fêmeas de melhor precocidade sexual. Valente et al. (2014) estimaram herdabilidade igual a 0,44 para a ocorrência de prenhez precoce em animais Nelore.

A característica habilidade de permanência no rebanho, ou stayability, apresenta estimativas de herdabilidade que variam conforme a raça estudada e devido à própria definição da característica, muito embora as estimativas observadas na literatura sejam baixas. Na raça Angus, Doyle et al. (2000) obtiveram estimativa de  $h^2$  igual a 0,15, para vacas que tiveram cinco crias, dado que tiveram duas crias até os dois anos de idade. Martinez et al. (2004), em estudo com vacas Hereford e utilizando modelo touro, reportaram  $h^2$  que variou de 0,09 a 0,17. Para animais da raça Nelore, alguns estudos estimaram valores inferiores aos encontrados nesse trabalho para a característica STAY (média de 0,20): Silva et al. (2003) e Marcondes et al. (2005) relataram estimativa de herdabilidade igual a 0,15 para habilidade de permanência até cinco anos, dado que a vaca tinha produzido pelo menos uma cria antes desta idade, e para habilidade de permanência até seis anos, dado que a vaca tinha produzido três crias. Silva et al. (2006) estimaram herdabilidade de 0,22, pouco superior ao deste trabalho.

#### **4.2 – Estimativas de correlações entre as características estudadas**

Entre as características medidas por avaliações visuais, as estimativas de correlações genéticas foram positivas e de moderada a alta magnitude. A alta correlação entre PS e MS (0,92) está de acordo com o estimado por Koury Filho et al. (2006) e Faria et al. (2010). Para a característica P450, as correlações

genéticas estimadas foram positivas e favoráveis (0,89 com ES, 0,73 com PS e 0,77 com MS). Estes altos valores de correlação indicam que as características avaliadas visualmente, a partir da metodologia proposta por Koury Filho et al. (2006), compõem o biotipo do animal e que, quanto maiores as notas das características, maior o tamanho (E), melhor a proporção de profundidade de costelas em relação à altura de membros (P) e maior a quantidade de músculos (M) e, dessa forma, maiores pesos a desmama (P210) e ao sobreano (P450). Assim, ao utilizar as características avaliadas visualmente na seleção em um rebanho, espera-se progresso genético para P450.

Para IPP, foram observadas correlações genéticas negativas e de baixa magnitude (-0,06 com ES, -0,37 com MS e -0,22 com P450). A exceção foi para a correlação genética entre IPP e PS, que foi negativa e de moderada magnitude (-0,47). Com esses resultados, observa-se que PS e MS são mais correlacionadas com IPP, do que as características ES e P450. Assim, ao selecionar animais de maiores escores para precocidade e musculosidade ao sobreano, indiretamente redução na IPP poderá ocorrer, o que é desejável ao sistema de produção. Boligon et al. (2008) estimaram correlação de IPP x PS igual a -0,29, pouco superior aos valores encontrados nesse trabalho. Em contraposição, o estudo de associação genética entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore feito por Boligon et al. (2009) obtiveram estimativas de correlações genéticas negativas entre pesos medidos em diferentes idades e idade ao primeiro parto, as quais variaram de -0,31 a -0,16 e, portanto, inferiores às estimativas de correlação entre IPP e pesos obtidos nesse trabalho.

As correlações genéticas entre 3P e STAY com as características de avaliação visual e peso, foram positivas e favoráveis, indicando que ao selecionar animais de maior peso e maiores valores de ES, PS e MS, indiretamente estará selecionando animais com sucesso nas características de precocidade e permanência no rebanho (notas 1).

Terakado et al. (2015) observaram que a probabilidade de novilhas emprenharem até os 16 meses de idade aumenta conforme o peso das novilhas aumenta, o que pode ser comprovado pela correlação favorável encontrada neste trabalho entre P450 e 3P. A correlação genética entre 3P e PS foi a de maior

magnitude (0,52), apontando para alta associação entre a precocidade sexual e o biotipo precoce. No entanto, a correlação genética entre ES e 3P apresentou ausência de associação genética linear entre as características e desvio-padrão superior à estimativa, portanto, ao selecionar animais de maior estrutura ao sobreano, não haverá seleção indireta para a característica 3P. Maior resposta correlacionada poderá ser observada em características reprodutivas com a seleção de PS e MS. Para STAY, as estimativas de correlação genética com as características PS e MS foram inferiores às obtidas para 3P.

Não foram encontrados trabalhos na literatura que correlacionassem as características reprodutivas 3P e STAY com as de avaliação visual utilizando a metodologia EPM. Dessa forma, sugere-se que estas características sejam foco de mais estudos devido à sua importância pela existência de correlação genética com outras características de interesse econômico, conforme mostrado neste estudo.

Dentre as características reprodutivas, a correlação genética entre IPP e 3P foi baixa e favorável. Dessa forma, animais com menores IPP serão os mais precoces sexualmente. Para STAY, a correlação genética com IPP e 3P foi alta e favorável e, portanto, animais que emprenham mais cedo, terão maiores chances de permanecerem até os 76 meses de idade no rebanho, parindo pelo menos três vezes. Van Melis et al. (2010) estimaram correlação genética entre precocidade de novilhas e STAY de animais da raça Nelore igual a 0,64, superior ao encontrado neste trabalho, e concluíram que a precocidade de novilhas pode ser utilizada para selecionar reprodutores para a produção de animais precoces, férteis, e de longa vida produtiva no rebanho. Utilizando inferência bayesiana, Eler et al. (2014), estimaram correlações médias *a posteriori* entre precocidade de novilhas e IPP e STAY de -0,85 e 0,73, respectivamente. Entre IPP e STAY, esses autores encontraram correlação genética favorável igual a -0,60.

As correlações ambientais (Tabela 6) e fenotípicas (Tabela 7) entre as características estudadas variaram de baixas a altas magnitudes e foram similares em magnitude e sentido com as correlações genéticas. Dentre essas correlações, as estimadas entre as características visuais foram as de maior valor e, dessa forma a mudança no ambiente e no desempenho fenótipo de uma das

características poderá interferir no desempenho das demais. As correlações ambientais entre as características visuais, peso e 3P com STAY e entre PS e 3P apresentaram desvio-padrão superior à estimativa, indicando uma ausência de associação genética linear entre as características.

## **5 - CONCLUSÃO**

A seleção de animais com melhores escores nas características de avaliação visual poderá auxiliar à produção de progênies sexualmente precoces, com maior permanência no rebanho e de maior peso aos 450 dias de idade. Recomenda-se desafiar as novilhas à reprodução em idades jovens, permitindo identificar e selecionar fêmeas de maior precocidade sexual. A inclusão de características de precocidade sexual nos critérios de seleção desse programa de melhoramento genético deve ser implementada.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, G. R.; JOSAHKIAN, L. A.. Correlações genéticas entre escores de avaliação visual e características medidas por ultrassonografia. *CADERNOS DE PÓS-GRADUAÇÃO DA FAZU*, v. 3 (2012). Disponível em: <http://www.fazu.br/ojs/index.php/posfazu/article/view/520>. Acesso em> 10 de maio de 2015.

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

BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; MERCADANTE, M. E. Z; LOBO, R. B. Associação genética entre a idade ao primeiro parto, ganhos em peso e peso adulto em animais da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46. 2009. Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. CD-ROM.

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

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

COWLES, M.; CARLIN, B. Markov chain Monte Carlo convergence diagnostics: a comparative review. **Journal of the American Statistical Association**, v. 91, n. 434, p. 883-904, 1996.

DIAS, L.T.; FARO, L. EL; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de Herdabilidade para Idade ao Primeiro Parto de Novilhas da Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 97-102, 2004.

DOYLE, S.P.; GOLDEN, B.L.; GREEN, R.D. E BRINKS, J.S. Additive genetic parameter estimates for heifer pregnancy and subsequent reproduction in Angus females. **Journal of Animal Science**, v.78, n. 8, p.2091- 2098, 2000.

ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; SILVA, P. R. Parâmetros genéticos para peso, avaliação visual e circunferência escrotal na raça Nelore, estimados por modelo animal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, n. 2, p. 203-213, 1996.

ELER, J. P.; BIGNARDI, A. B.; FERRAZ, J. B. S.; SANTANA JR, M. L. Genetic relationships among traits related to reproduction and growth of Nelore females. **Theriogenology**, Stoneham, v. 82, n. 5, p. 708-714, 2014.

FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; ALBUQUERQUE, L. G.; FRAMARTINO, B.; LÔBO, R. B. Avaliação genética de características de escores visuais de bovinos da raça Nelore da desmama até a maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 7, Jul. 2009.

FARIA, C. U.; PIRES, B. C.; VOZZI, A. P.; MAGNABOSCO, C. U.; KOURY FILHO, W.; VIU, M. A. O.; OLIVEIRA, H. N.; LÔBO, R. B. Genetic correlations between categorical morphological traits in Nelore cattle by applying Bayesian analysis under a threshold animal mode. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, Berlin, v. 127, n. 5, p. 337-384, 2010.

FORMIGONI, I. B.; FERRAZ, J. B. S.; SILVA, J. A. II. V.; ELER, J. P.; BRUMATTI, R. C. Valores econômicos para habilidade de permanência e probabilidade de prenhez aos 14 meses em bovinos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, MG, v. 57, n. 2, p. 220-226, 2005.

GARCIA, D. A.; PEREIRA, I. G.; PESSOA, M. C.; PIRES, A. V.; SILVA, F. F.; PINTO, A. P. P.; CRUZ, V. R.; FARAH, M. M.; MEGALI, G. F. Estimativas de parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto e produtividade acumulada de fêmeas em um rebanho da raça nelore. 4º Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, 2008, São Carlos, SP, **Anais...** São Carlos: SBMA, 2008.



GARNERO, A. V.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; OLIVEIRA, H. N. Comparação entre alguns critérios de seleção para crescimento na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 74-78, 2001.

GEWEKE, J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to calculating posterior moments. In **Bayesian Statistics 4**, (ed. J. M. Bernardo, J. O. Berger, A. P. Dawid, and A. F. M. Smith). Clarendon Press, Oxford, UK, 1992.

GUARINI, A. R.; NEVES, H. R. R.; SCHENKEL, F. S.; CARVALHEIRO, R.; OLIVEIRA, J. A.; QUEIROZ, S. A. Genetic Relationship Between Reproductive Traits In Nelore Cattle. **Animal**, Cambridge, v.9, n.5, p.760-765, 2015.

GUNSKI, R. J.; GARNERO, A. D. V.; BEZERRA, L. A. F.; CORRADO, M. P.; LÔBO, R. B. Idade ao primeiro parto, período de gestação e peso ao nascimento na raça Nelore. **Ciência Agronômica**, v. 32, n. 1/2, p. 46-52, 2001.

HEIDELBERGER, P. and WELCH, P. D. Simulation run length control in the presence of an initial transient. **Operations Research**, vol. 31, n. 6, 1109-44, 1983.

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

KOURY FILHO, W. **Análise Genética De Escores De Avaliações Visuais E Suas Respectivas Relações Com Desempenho Ponderal Na Raça Nelore**. 2001. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Pirassununga – SP, 2001.

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

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L. G.; ALENCAR, M. M.; FORNI, S.; CHIQUITELLI NETO, M. Genetic parameter estimates of visual score traits and

their relationship with growing traits in Brazilian Nelore cattle. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8., 2006, Belo Horizonte. Proceeding. Belo Horizonte: Instituto Prociência, 2006. 1CD-ROM.

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**, Belo Horizonte, v. 63, n. 1, 2011.

LOPES, F. B.; MAGNABOSCO, C. U.; PAULINI, F.; SILVA, M. C., MIYAGI, E. S.; LÔBO, R. B. Genetic Analysis of Growth Traits in Polled Nelore Cattle Raised on Pasture in Tropical Region Using Bayesian Approaches. **PloS One**, San Francisco, v. 8, n. 9, e75423, 2013.

MARCONDES, C. R.; GAVIO, D.; BITTENCOURT, T. C. C.; ROCHA, J. C. M. C.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; TONHATI, H. Estudo de modelo alternativo para estimação de componentes de (co)variância e predição de valores genéticos de características de crescimento em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 54, n. 1, p. 93-99, 2002.

MARTINEZ, G.E.; KOCH, R.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; VLECK, L.D. van. Genetic parameters for six measures of length of productive life and three measures of lifetime production by 6 yr after first calving for Hereford cows. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 7, p. 1912-1918, 2004.

MISZTAL, I. 2010. Disponível em: <<http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/newprograms.html>>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2015.

MOREIRA, H. L. Seleção para características reprodutivas em bovinos de corte da raça Nelore. 2011. 43 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável) – Instituto de Zootecnia. Nova Odessa – SP, 2011.

PAULINO, C. D.; TURKMAN, M. A. A.; MURTEIRA, B. **Estatística Bayesiana**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2003. 446 p.

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

SANTOS, G. C. J.; LOPES, F. B.; MARQUES, E. G.; SILVA, M. C.; CAVALCANTE, T. V.; FERREIRA, J. L. Tendência genética para pesos padronizados aos 205, 365 e 550 dias de idade de bovinos Nelore na região norte do Brasil. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 34, n. 1, p. 97-101, 2012.

SAS<sup>®</sup> 2004. SAS/STATS Software. **SAS Institute**, Cary, NC.

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

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

SILVA, J. A. I. V.; FORMIGONI, I. B.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Genetic relationship among stayability, scrotal circumference and post-weaning in Nelore cattle. **Livestock Science**, v. 99, n. 1, p. 51-59, 2006.

SILVA, T. B. R.; ARAUJO, C. V.; BITTENCOURT, T. C. B. S. C.; ARAUJO, S. I.; LOBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; SILVA, D. A.; SILVA, A. A. Use of orthogonal functions in random regression models in describing genetic variance in Nellore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 42, n. 4, p. 254-258, 2013.

SILVEIRA, M. V.; SOUZA, J. C.; SILVA, J. O. C.; FREITAS, J. A.; GONDO, A.; FERRAZ FILHO, P. B. Interação genótipo X ambiente sobre características produtivas e reprodutivas de fêmeas Nelore. **Archivos de Zootecnia**. Córdoba, v. 63, n. 241, p. 223-226, 2014.

SMITH, B. J. **Bayesian output analysis program (BOA) for MCMC**. [2005] Disponível em: <<http://www.public-health.uiowa.edu/boa>>. Acesso em: 22 de maio de 2015.

TERAKADO, A. P. N.; PEREIRA, M. C., YOKOO, M. J.; ALBUQUERQUE, L. G. Evaluation of productivity of sexually precocious Nelore heifers. **Animal**, v. 9, n. 6, p. 938-943, 2015. DOI:10.1017/S1751731115000075.

VALENTE, T. S.; SANT'ANNA, A. C.; BALDI, F.; ALBUQUERQUE, L. G.; COSTA, M. J. R. P. Genetic association between temperament and sexual precocity indicator traits in Nelore cattle. **Journal of Applied Genetics**, Heidelberg, 2014. DOI 10.1007/s13353-014-0259-0. ISSN 2190-3883.

VAN MELIS, M. H.; ELER, J. P.; SILVA, J. A. V.; FERRAZ, J. B. S. Estimacão de parâmetros genéticos em bovinos de corte utilizando os métodos de máxima verossimilhança restrita e R. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1624-1632, 2003.

VAN MELIS, M. H.; ELER, J. P.; ROSA, G. J. M.; FERRAZ, J. B. S.; FIGUEIREDO L. G. G.; MATTOS, E. C.; OLIVEIRA, H. N. Additive genetic relationships between scrotal circumference, heifer pregnancy and stayability in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 12, p. 3809–3813, 2010.

YOKOO, M. J. I.; WERNECK, J. N.; PEREIRA, M. C.; ALBUQUERQUE, L. G.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R. D.; LÔBO, R. B.; ARAÚJO, F. R. da C. Correlacoes genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, 9, p. 197-202, 2009.

## CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem dificuldades encontradas pelos pecuaristas que decidem aplicar o melhoramento genético em seu rebanho. Dentre elas, pode-se destacar que várias características de importância avaliadas na bovinocultura de corte possuem herdabilidades baixas. O presente estudo teve como principal objetivo analisar características produtivas e reprodutivas de fêmeas e avaliações visuais em diferentes idades para identificar possíveis associações genéticas entre tais características, assim como formas de utilizar estas informações como critério de seleção no melhoramento genético de bovinos.

A avaliação visual é utilizada pelos pecuaristas há muitos anos para identificar animais de melhor potencial produtivo em idades jovens, no entanto, só recentemente escores visuais tornaram-se objeto de estudos como potenciais características a serem incorporadas em programas de melhoramento genético. Metodologias evoluíram, assim como a conscientização da importância do treinamento de técnicos com critérios bem definidos para avaliação em bovinos. Existem vantagens da aplicação da técnica, como por exemplo, a facilidade de implementação e o baixo custo para sua realização. Neste trabalho constatou-se a existência de correlações genéticas favoráveis das avaliações visuais com as características reprodutivas de fêmeas.

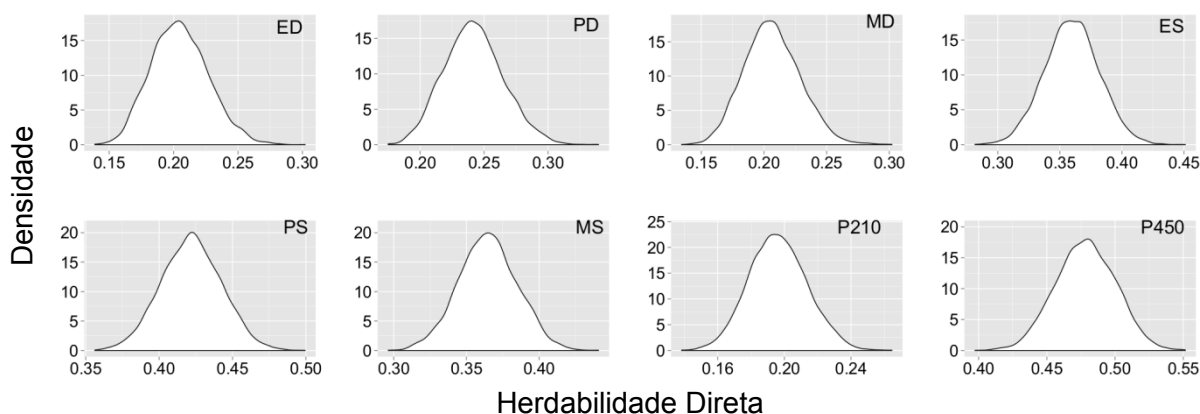
As estimativas de herdabilidade das características morfológicas avaliadas por escores visuais e do peso corporal foram maiores ao sobreano do que à desmama e, portanto, maior progresso genético deverá ocorrer quando comparado à seleção das características medidas à desmama. No entanto, as medidas à desmama são de grande importância, por existir menos pré-seleção até esta fase, e porque nesta fase expressam a qualidade do ambiente materno, que deve ser levada em consideração, pois além de interferir diretamente no desempenho dos bezerros, permite a identificação das melhores mães.

Dentre as características medidas por avaliações visuais, a precocidade foi a que apresentou maiores estimativas de herdabilidade e correlações genéticas com as características reprodutivas. Dessa forma, pode-se utilizá-la como critério de seleção de fêmeas com o objetivo de selecionar indivíduos, indiretamente,

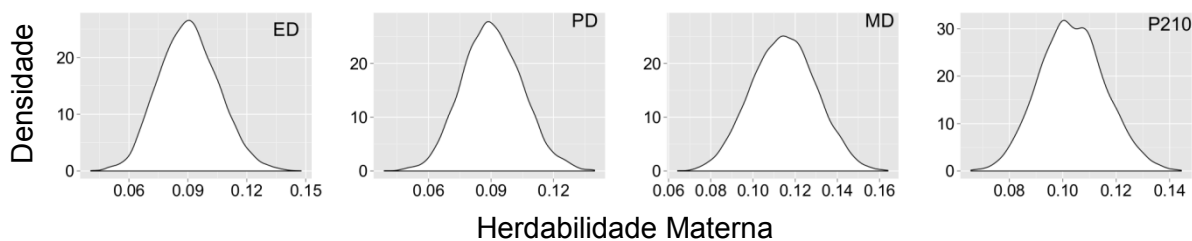
para precocidade sexual e que permaneçam mais tempo produtivos no rebanho (stayability).

A preferência de alguns produtores por animais de grande porte ou frame não deve ser encorajada, pois a característica estrutura apresentou ausência de associação genética linear com as características de parto precoce e de habilidade de permanência no rebanho. Os resultados obtidos entre características de avaliação visual e reprodutivas são inéditas e podem contribuir para o desenvolvimento da bovinocultura de corte no Brasil. O desafio de novilhas à reprodução precoce deve ser conduzido nas propriedades que possuem ambiente para isso, pois existem componentes genéticos associados à habilidade de fêmeas em permanecerem produtivas no rebanho por maior tempo, resultando em maior retorno financeiro para a atividade.

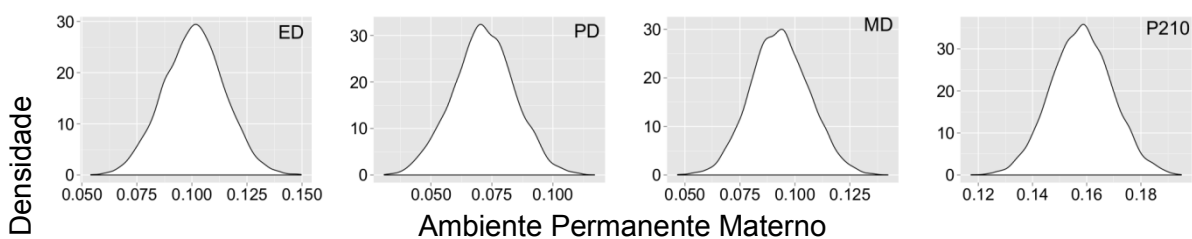
## APÊNDICE A



**Figura 1A:** Distribuições das densidades *a posteriori* para estimativas de herdabilidade direta obtidas em análise uni-característica para as características estrutura, precocidade, musculosidade e peso mensurados à desmama (ED, PD, MD e P210) e ao sobreano (ES, PS, MS e P450) estimados a partir de metodologia bayesiana.

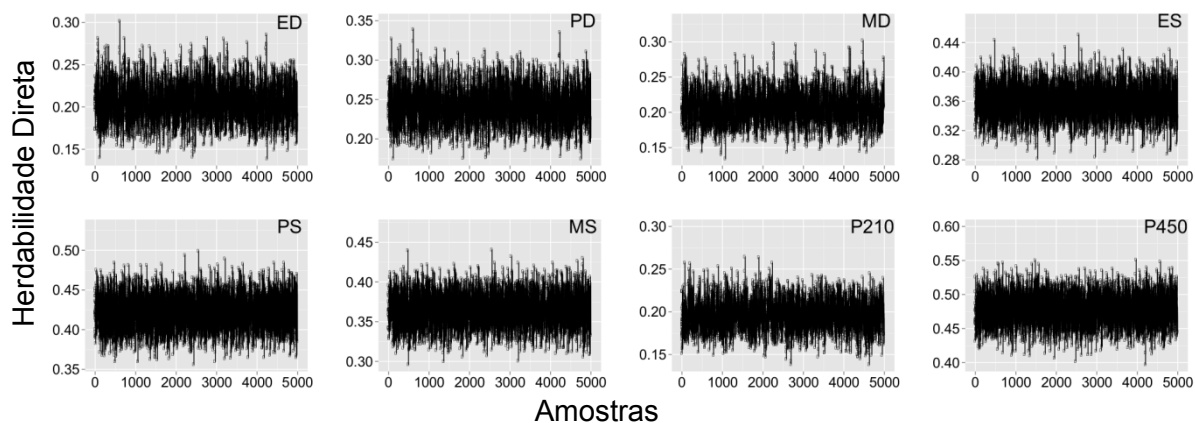


**Figura 2A:** Distribuições das densidades *a posteriori* para estimativas de herdabilidade materna obtidas em análise uni-característica para as características estrutura, precocidade, musculosidade e peso mensurados à desmama (ED, PD, MD e P210) estimados a partir de metodologia bayesiana.

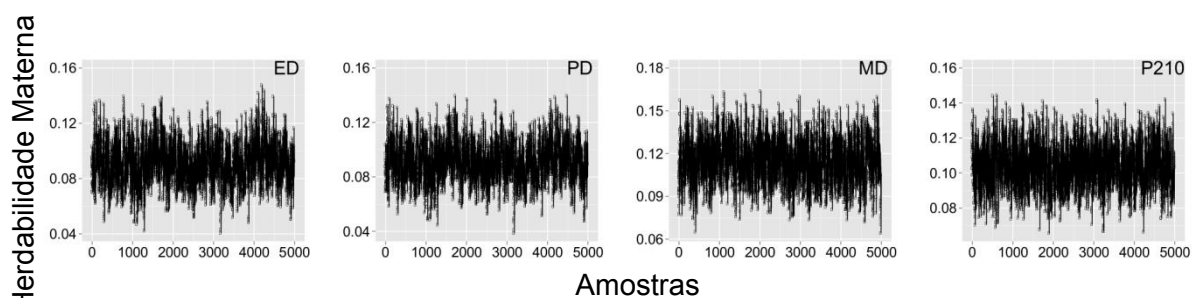


**Figura 3A:** Distribuições das densidades *a posteriori* para estimativas de ambiente permanente materno obtidas em análise uni-característica para as características estrutura, precocidade, musculosidade e peso mensurados à desmama (ED, PD, MD e P210) estimados a partir de metodologia bayesiana.

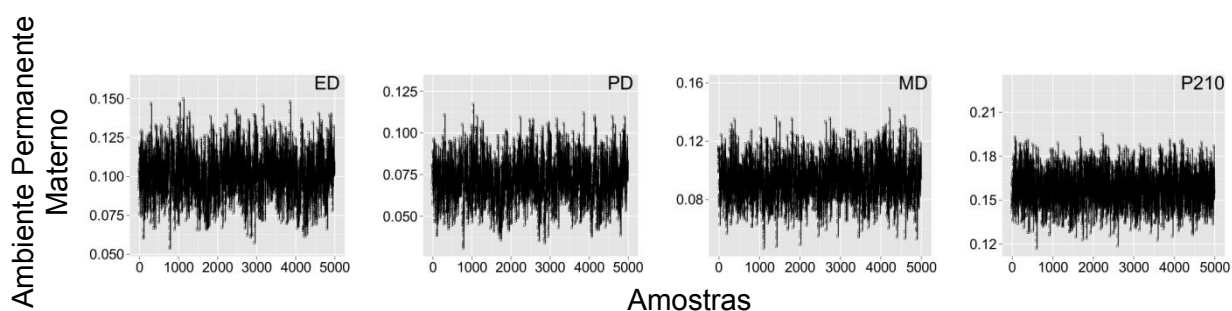




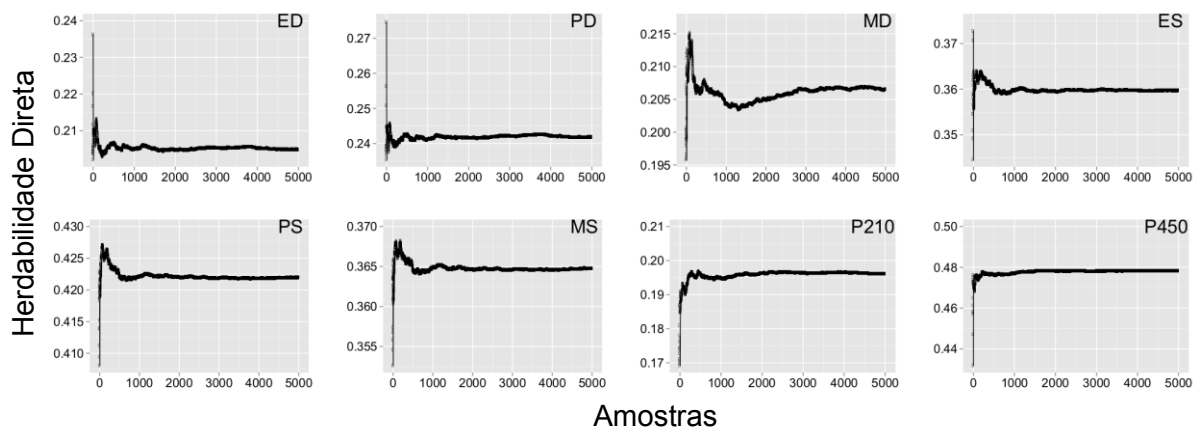
**Figura 4A:** Variação das amostras *a posteriori* para estimativas de herdabilidade direta obtidas em análise uni-característica para as características estrutura, precocidade, musculosidade e peso mensurados à desmama (ED, PD, MD e P210) e ao sobreano (ES, PS, MS e P450) estimados a partir de metodologia bayesiana.



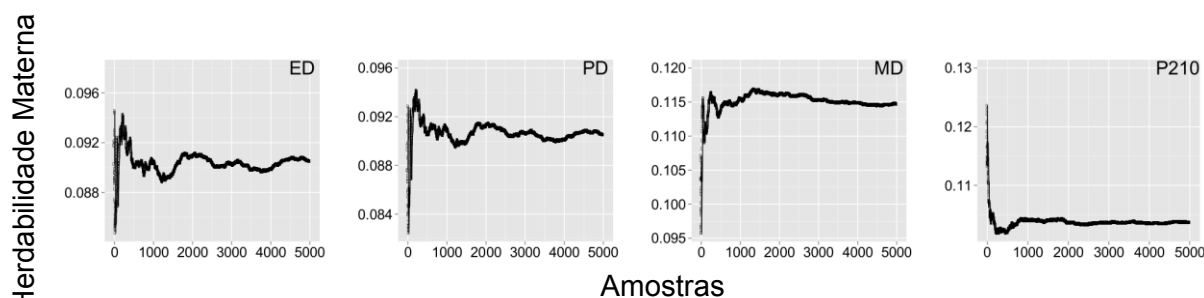
**Figura 5A:** Variação das amostras *a posteriori* para estimativas de herdabilidade materna obtidas em análise uni-característica para as características estrutura, precocidade, musculosidade e peso mensurados à desmama (ED, PD, MD e P210) estimados a partir de metodologia bayesiana.



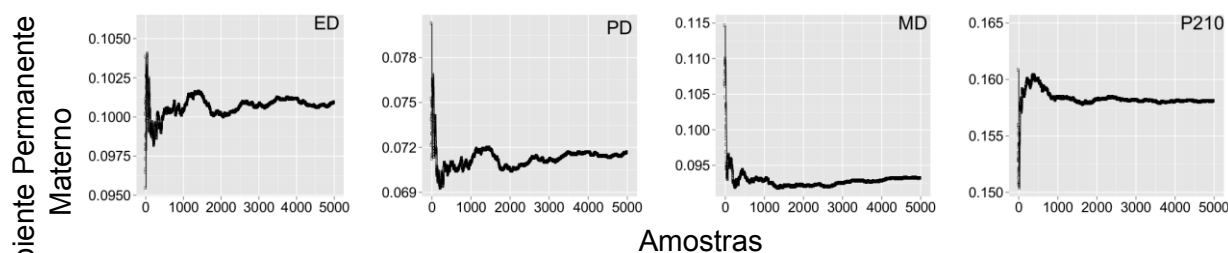
**Figura 6A:** Variação das amostras *a posteriori* para estimativas de ambiente permanente materno obtidas em análise uni-característica para as características estrutura, precocidade, musculosidade e peso mensurados à desmama (ED, PD, MD e P210) estimados a partir de metodologia bayesiana.



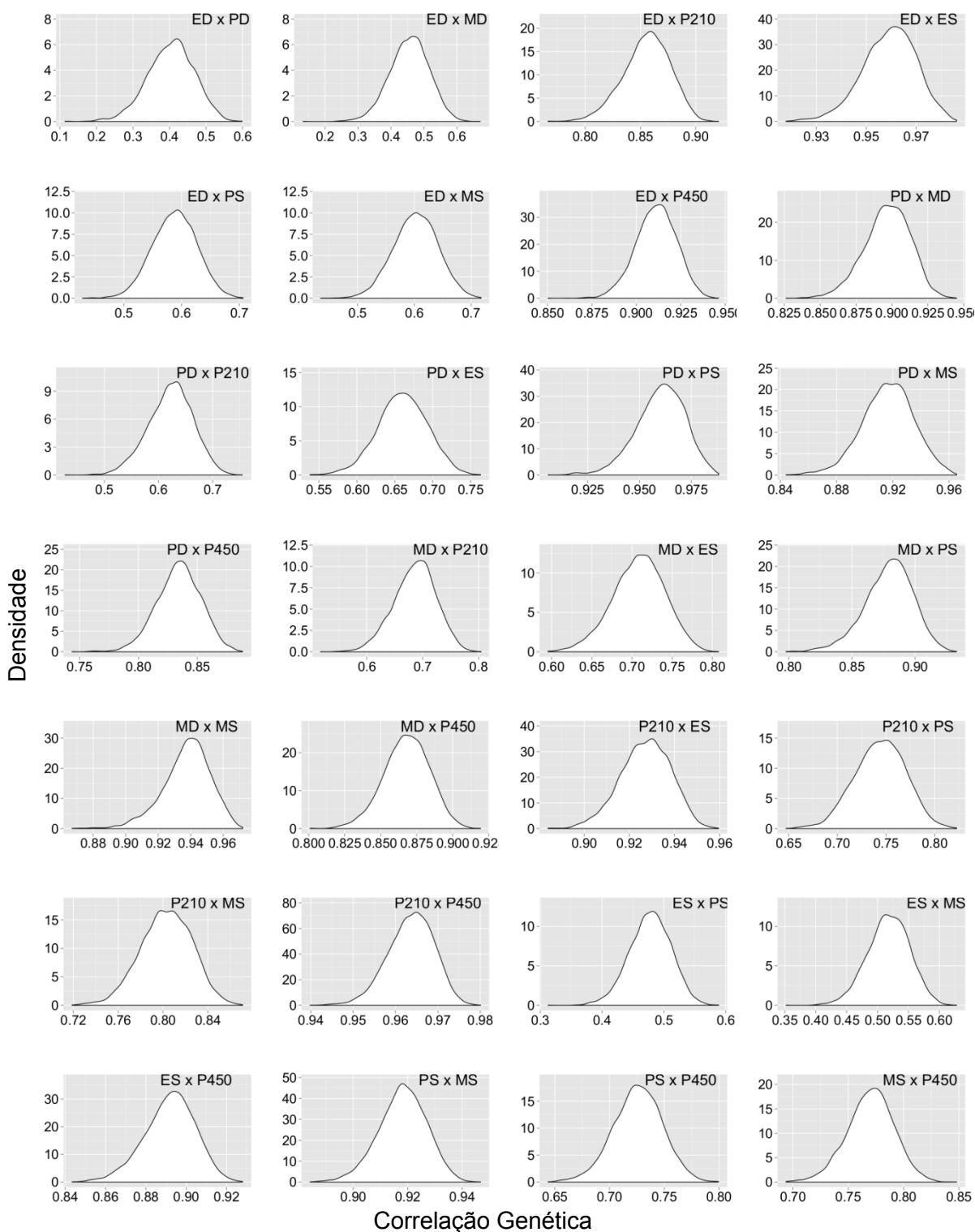
**Figura 7A:** Trajetória das cadeias *a posteriori* para estimativas de herdabilidade direta obtidas em análise uni-característica para as características estrutura, precocidade, musculosidade e peso mensurados à desmama (ED, PD, MD e P210) e ao sobreano (ES, PS, MS e P450) estimados a partir de metodologia bayesiana.



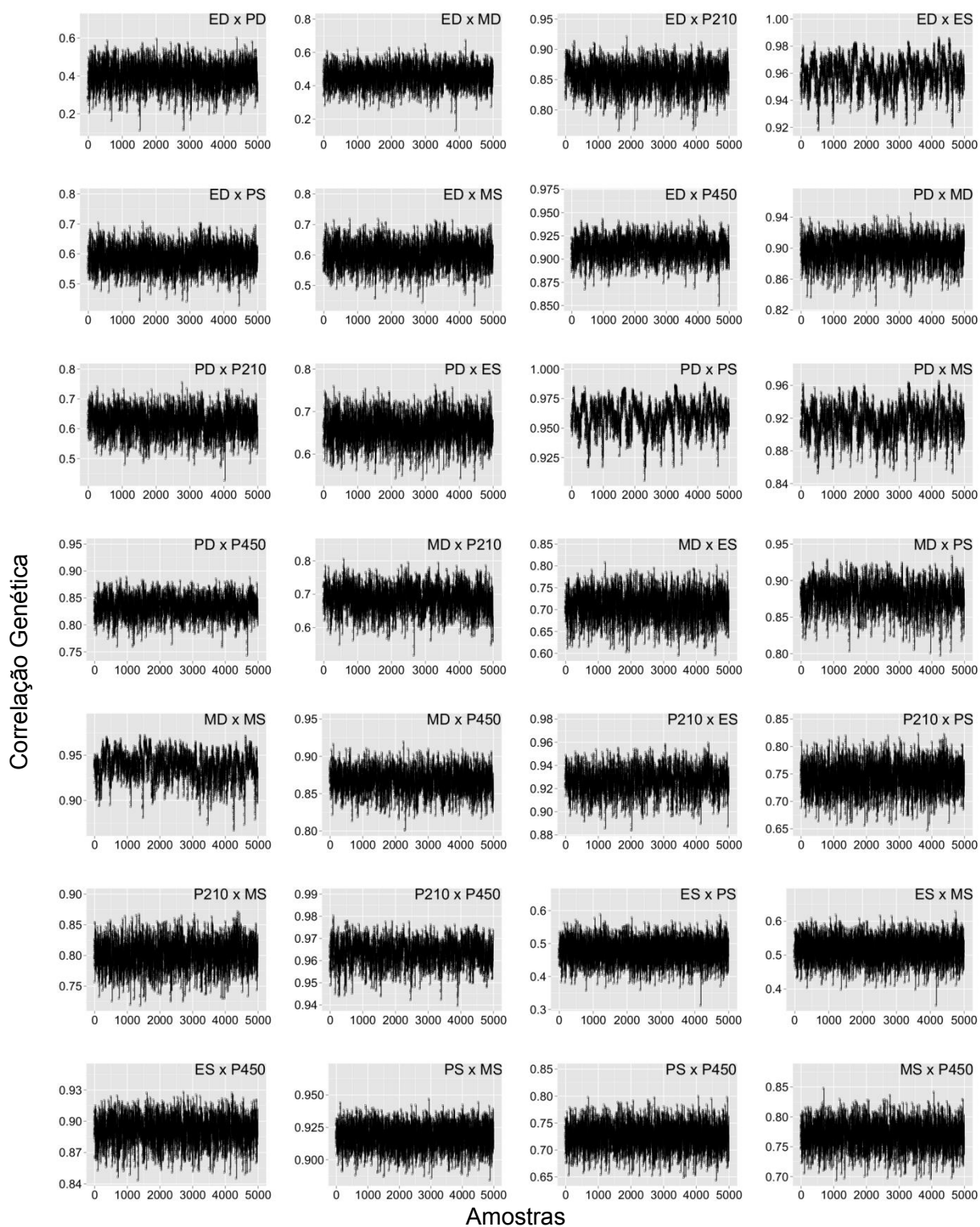
**Figura 8A:** Trajetória das cadeias *a posteriori* para estimativas de herdabilidade materna obtidas em análise uni-característica para as características estrutura, precocidade, musculosidade e peso mensurados à desmama (ED, PD, MD e P210) estimados a partir de metodologia bayesiana.



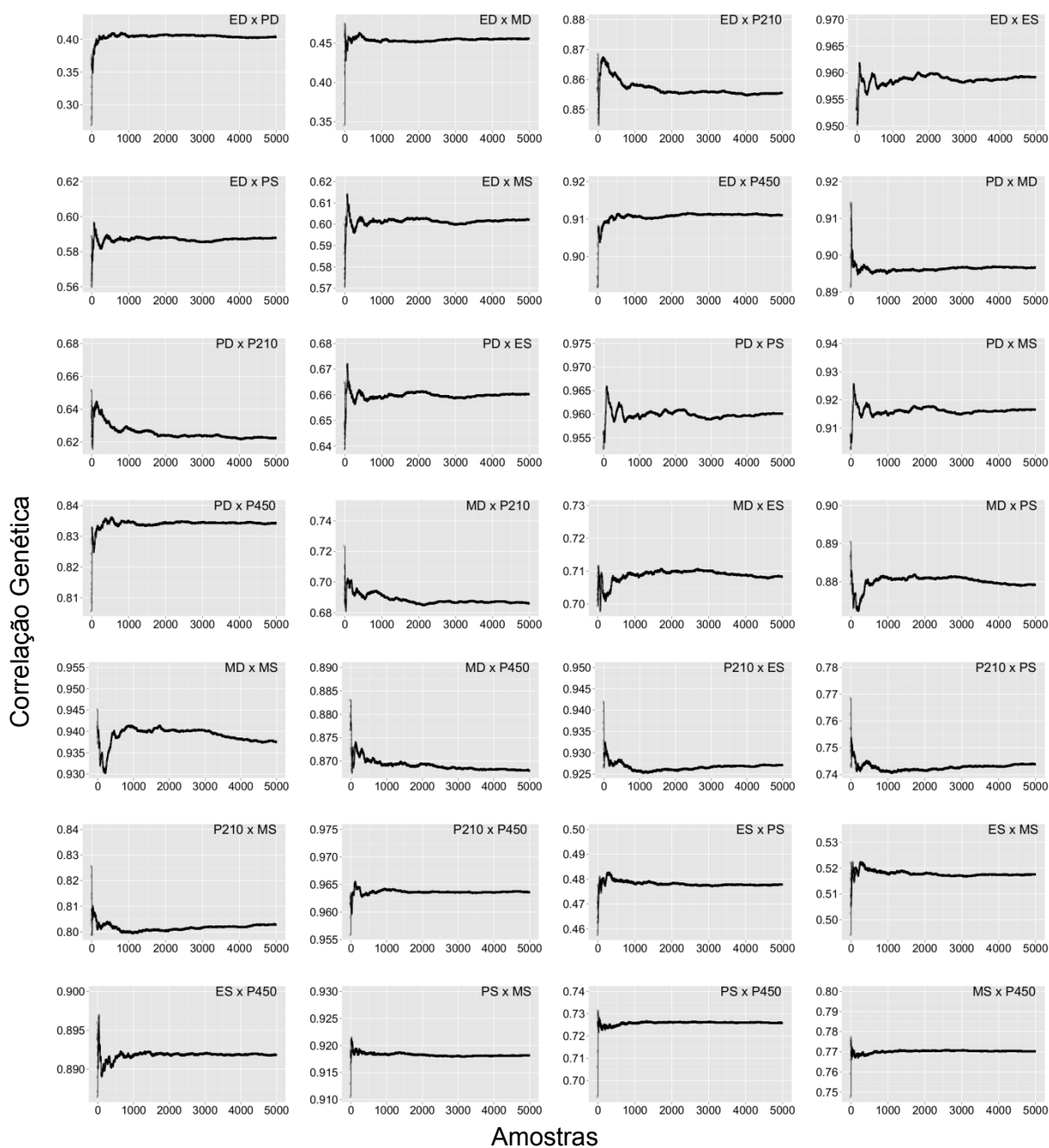
**Figura 9A:** Trajetória das cadeias *a posteriori* para estimativas de ambiente permanente materno obtidas em análise uni-característica para as características estrutura, precocidade, musculosidade e peso mensurados à desmama (ED, PD, MD e P210) estimados a partir de metodologia bayesiana.



**Figura 10A:** Distribuições das densidades *a posteriori* das estimativas de correlação genética obtidas em análise bi-característica para as características estrutura, precocidade, musculosidade e peso mensurado à desmama (ED, PD, MD e P210) e ao sobreano (ES, PS, MS e P450) estimados a partir de metodologia bayesiana.



**Figura 11A:** Variação das amostras *a posteriori* para estimativas de correlação genética obtidas em análise bi-característica para as características estrutura, precocidade, musculosidade e peso mensurados à desmama (ED, PD, MD e P210) e ao sobreano (ES, PS, MS e P450) estimados a partir de metodologia bayesiana.



**Figura 12A:** Trajetória das cadeias *a posteriori* para estimativas de correlação genética obtidas em análise bi-característica para as características estrutura, precocidade, musculosidade e peso mensurados à desmama (ED, PD, MD e P210) e ao sobreano (ES, PS, MS e P450) estimados a partir de metodologia bayesiana.

**Tabela 1A:** Análises de convergência das estimativas de herdabilidade direta das análises uni-características (diagonal, em negrito) e bi-características, sob os critérios de Geweke e Heidelberger e Welch.

	ED	PD	MD	P210	ES	PS	MS	P450
ED	<b>0,5361</b> <sup>*°</sup>	0,6733 <sup>*°</sup>	0,6440 <sup>*°</sup>	0,0694 <sup>*°</sup>	0,9292 <sup>*°</sup>	0,2903 <sup>*°</sup>	0,3236 <sup>*°</sup>	0,3463 <sup>*°</sup>
PD	0,6638 <sup>*°</sup>	<b>0,9245</b> <sup>*°</sup>	0,6634 <sup>*°</sup>	0,0024 <sup>°</sup>	0,5055 <sup>*°</sup>	0,9358 <sup>*°</sup>	0,9645 <sup>*°</sup>	0,0584 <sup>*°</sup>
MD	0,9895 <sup>*°</sup>	0,6553 <sup>*°</sup>	<b>0,9503</b> <sup>*°</sup>	0,8311 <sup>*°</sup>	0,4984 <sup>*°</sup>	0,7256 <sup>*°</sup>	0,8252 <sup>*°</sup>	0,5772 <sup>*°</sup>
P210	0,5886 <sup>*°</sup>	0,4417 <sup>*°</sup>	0,7077 <sup>*°</sup>	<b>0,8044</b> <sup>*°</sup>	0,3786 <sup>*°</sup>	0,7269 <sup>*°</sup>	0,6630 <sup>*°</sup>	0,1442 <sup>*°</sup>
ES	0,3861 <sup>*°</sup>	0,7975 <sup>*°</sup>	0,9049 <sup>*°</sup>	0,4158 <sup>*°</sup>	<b>0,7245</b> <sup>*°</sup>	0,1196 <sup>*°</sup>	0,1181 <sup>*°</sup>	0,6483 <sup>*°</sup>
PS	0,6929 <sup>*°</sup>	0,4549 <sup>*°</sup>	0,8720 <sup>*°</sup>	0,9247 <sup>*°</sup>	0,8589 <sup>*°</sup>	<b>0,6756</b> <sup>*°</sup>	0,1250 <sup>*°</sup>	0,3029 <sup>*°</sup>
MS	0,6771 <sup>*°</sup>	0,4777 <sup>*°</sup>	0,6541 <sup>*°</sup>	0,8928 <sup>*°</sup>	0,9205 <sup>*°</sup>	0,9058 <sup>*°</sup>	<b>0,8880</b> <sup>*°</sup>	0,3031 <sup>*°</sup>
P450	0,0340 <sup>°</sup>	0,0395 <sup>°</sup>	0,3974 <sup>*°</sup>	0,2857 <sup>*°</sup>	0,2302 <sup>*°</sup>	0,4229 <sup>*°</sup>	0,2505 <sup>*°</sup>	<b>0,1020</b> <sup>*°</sup>

\* Convergência sob critério de Geweke ( $p > 0,05$ ); ° Convergência sob critério de Heidelberger e Welch.

**Tabela 2A:** Análises de convergência das estimativas de herdabilidade materna das análises uni-características (diagonal, em negrito) e bi-características, sob os critérios de Geweke e Heidelberger e Welch.

	ED	PD	MD	P210	ES	PS	MS	P450
ED	<b>0,8262</b> <sup>*°</sup>	0,1416 <sup>*°</sup>	0,6478 <sup>*°</sup>	0,2890 <sup>*°</sup>	0,6625 <sup>*°</sup>	0,5451 <sup>*°</sup>	0,5229 <sup>*°</sup>	0,6232 <sup>*°</sup>
PD	0,0037 <sup>°</sup>	<b>0,9190</b> <sup>*°</sup>	0,8823 <sup>*°</sup>	0,1610 <sup>*°</sup>	0,7712 <sup>*°</sup>	0,6171 <sup>*°</sup>	0,5407 <sup>*°</sup>	0,1968 <sup>*°</sup>
MD	0,1583 <sup>*°</sup>	0,5904 <sup>*°</sup>	<b>0,9341</b> <sup>*°</sup>	0,0080 <sup>°</sup>	0,3230 <sup>*°</sup>	0,2380 <sup>*°</sup>	0,3089 <sup>*°</sup>	0,8465 <sup>*°</sup>
P210	0,9673 <sup>*°</sup>	0,4902 <sup>*°</sup>	0,5828 <sup>*°</sup>	<b>0,2196</b> <sup>*°</sup>	0,6211 <sup>*°</sup>	0,6204 <sup>*°</sup>	0,5874 <sup>*°</sup>	0,2187 <sup>*°</sup>

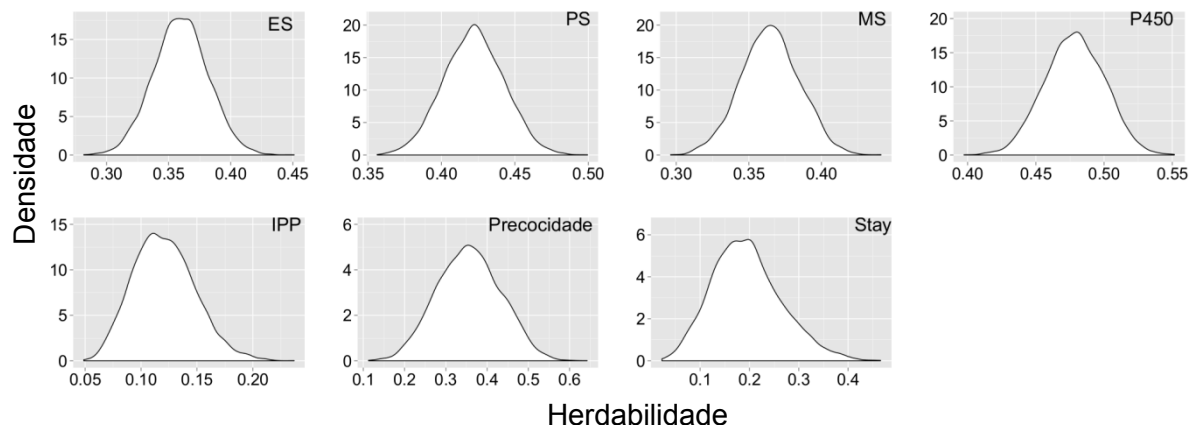
\* Convergência sob critério de Geweke ( $p > 0,05$ ); ° Convergência sob critério de Heidelberger e Welch.

**Tabela 3A:** Análises de convergência das estimativas da proporção entre a variância de ambiente permanente materno devido à variância total das análises uni-características (diagonal, em negrito) e bi-características, sob os critérios de Geweke e Heidelberger e Welch.

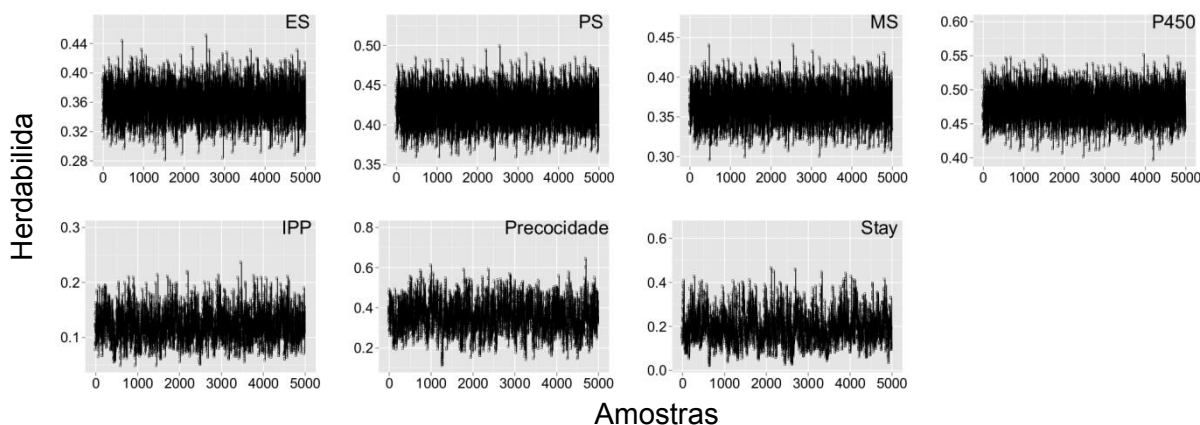
	ED	PD	MD	P210	ES	PS	MS	P450
ED	0,6813 <sup>*°</sup>	0,1579 <sup>*°</sup>	0,5141 <sup>*°</sup>	0,0011 <sup>°</sup>	0,9203 <sup>*°</sup>	0,8401 <sup>*°</sup>	0,7739 <sup>*°</sup>	0,5000 <sup>*°</sup>
PD	0,0014 <sup>°</sup>	0,4733 <sup>*°</sup>	0,8346 <sup>*°</sup>	6,54E-14 <sup>°</sup>	0,6445 <sup>*°</sup>	0,8406 <sup>*°</sup>	0,7219 <sup>*°</sup>	0,7500 <sup>*°</sup>
MD	0,0283 <sup>°</sup>	0,2346 <sup>*°</sup>	0,8246 <sup>*°</sup>	2,8950E-14	0,6264 <sup>*°</sup>	0,3863 <sup>*°</sup>	0,3390 <sup>*°</sup>	0,6183 <sup>*°</sup>
P210	0,6655 <sup>*°</sup>	0,7239 <sup>*°</sup>	0,7428 <sup>*°</sup>	0,046197 <sup>°</sup>	0,8427 <sup>*°</sup>	0,6931 <sup>*°</sup>	0,6961 <sup>*°</sup>	0,0926 <sup>*°</sup>

\* Convergência sob critério de Geweke ( $p > 0,05$ ); ° Convergência sob critério de Heidelberger e Welch.

## APÊNDICE B

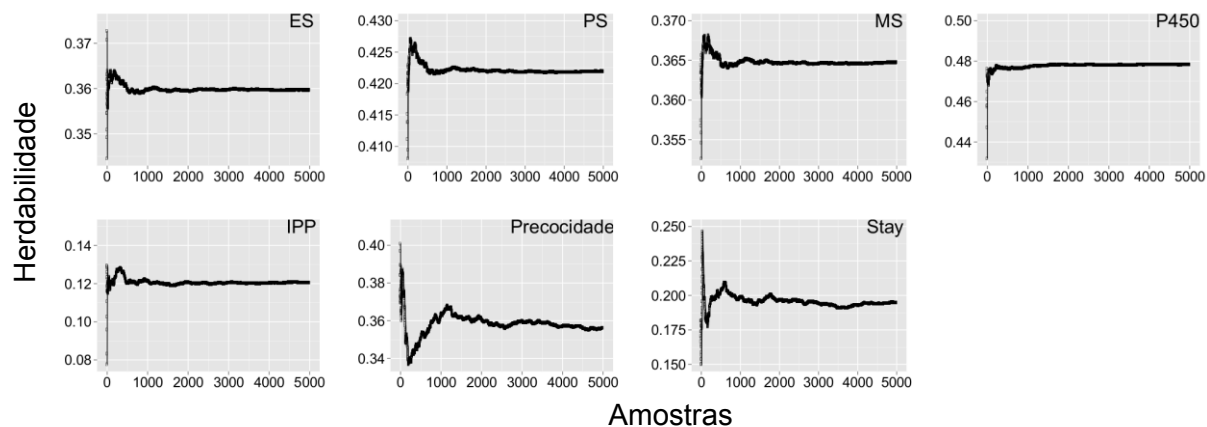


**Figura 1B:** Distribuições das densidades *a posteriori* para estimativas de herdabilidade obtidas em análise uni-característica para estrutura, precocidade, musculosidade e peso ao sobreano (ES, PS, MS e P450), idade ao primeiro parto (IPP), probabilidade de parto precoce (Precocidade) e stayability (Stay), estimados a partir de metodologia bayesiana.

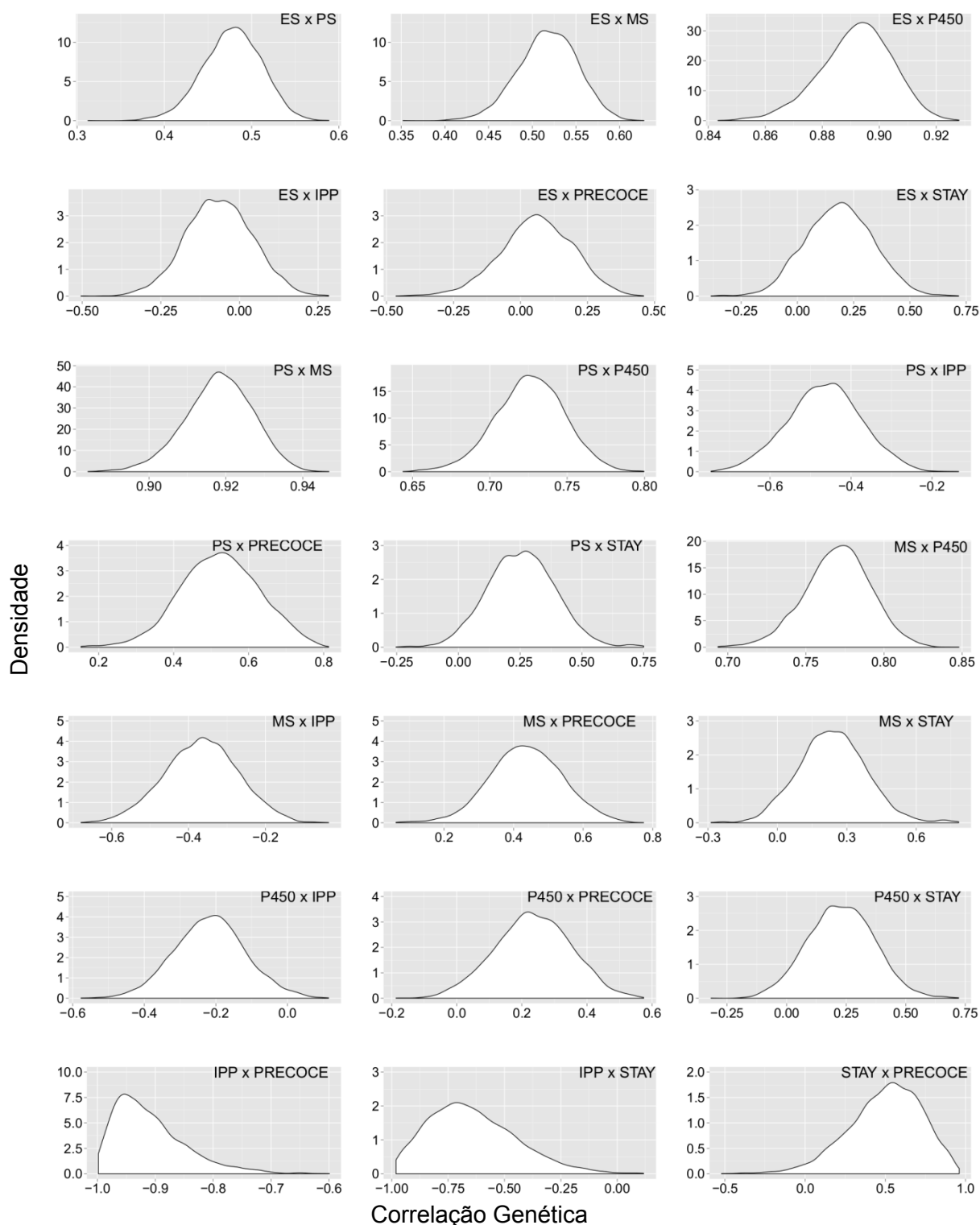


**Figura 2B:** Variação das amostras *a posteriori* para estimativas de herdabilidade obtidas em análise uni-característica para estrutura, precocidade, musculosidade e peso ao sobreano (ES, PS, MS e P450), idade ao primeiro parto (IPP), probabilidade de parto precoce (Precocidade) e stayability (Stay), estimados a partir de metodologia bayesiana.

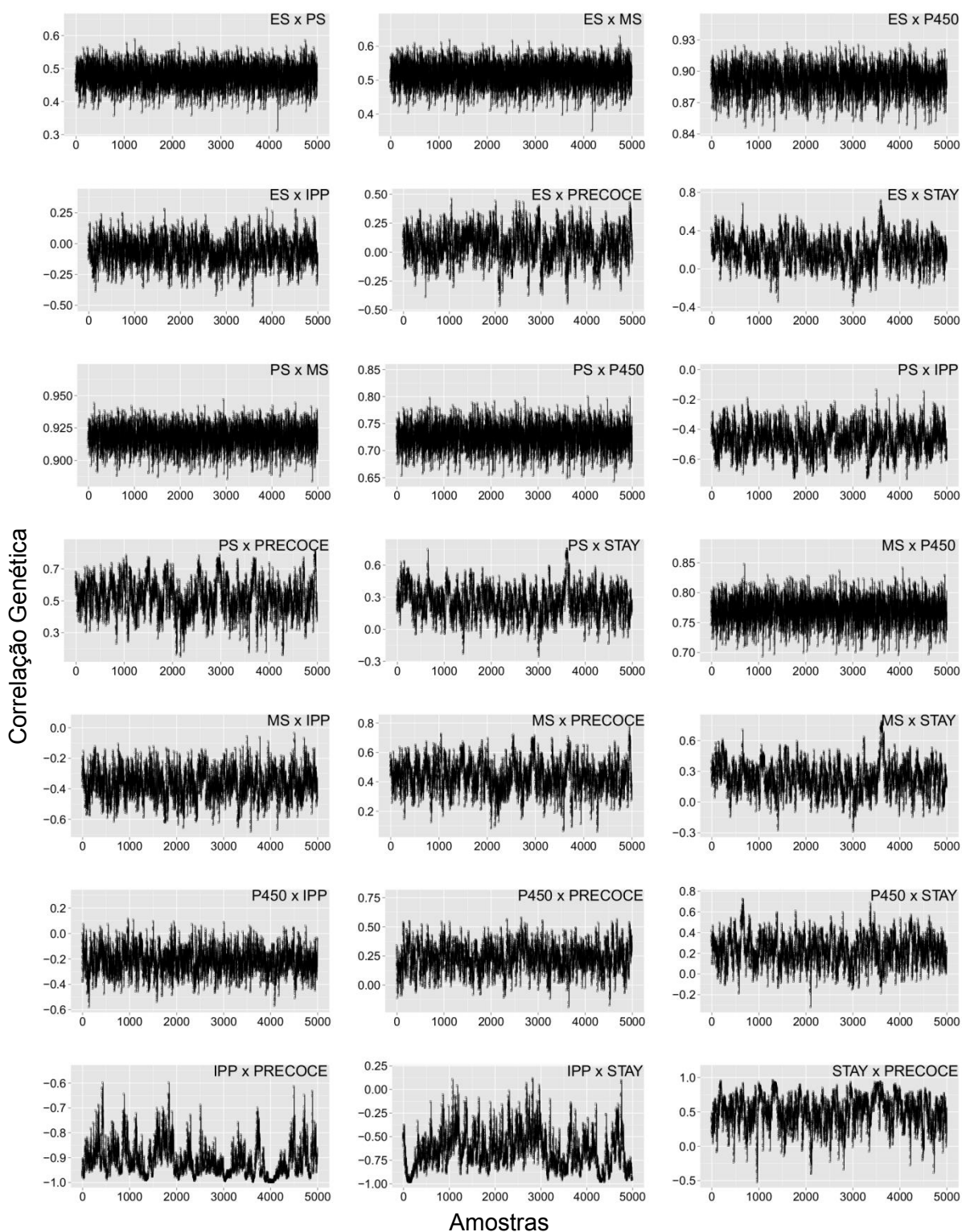




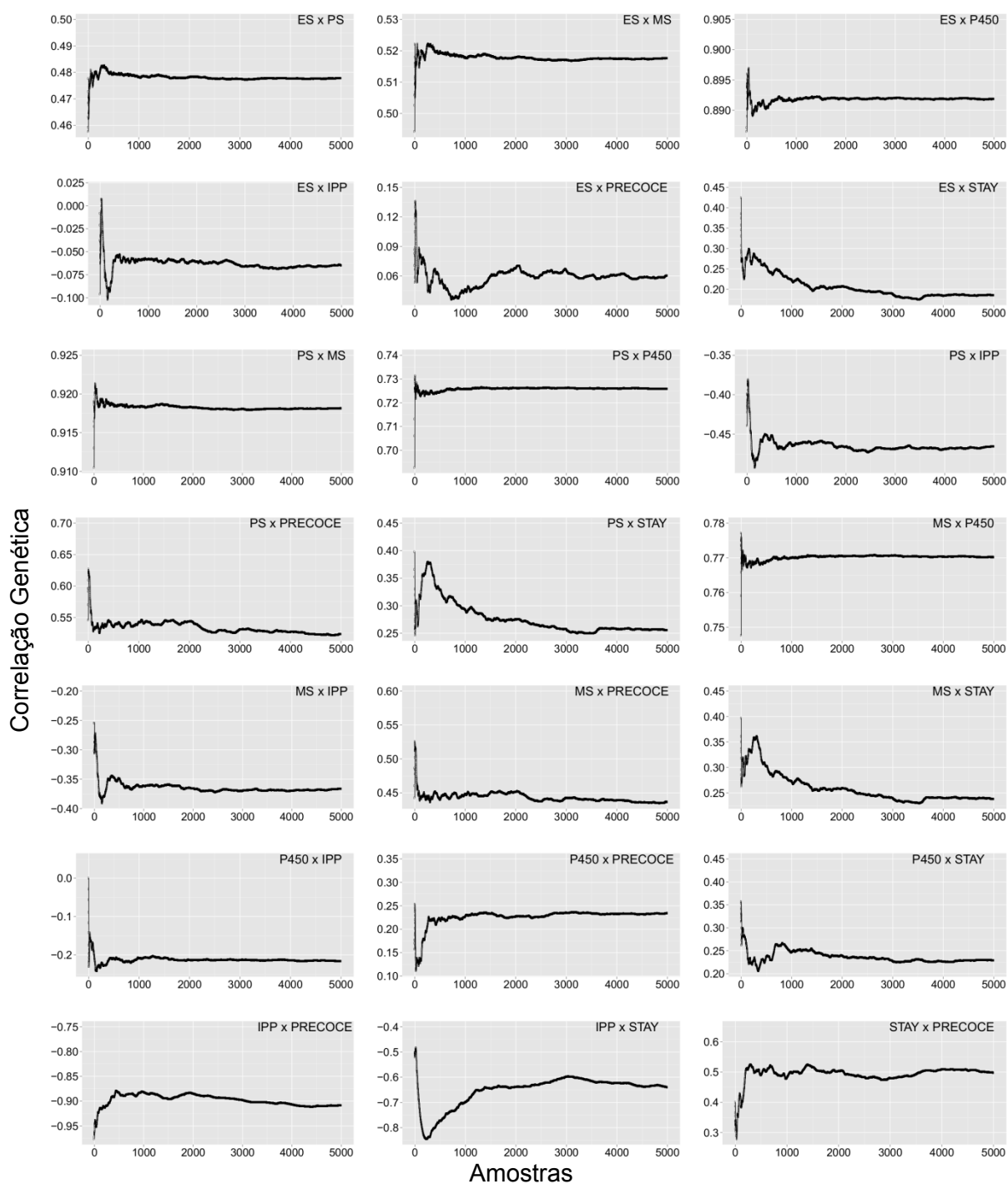
**Figura 3B:** Trajetória das cadeias *a posteriori* para estimativas de herdabilidade obtidas em análise uni-característica para estrutura, precocidade, musculosidade e peso ao sobreano (ES, PS, MS e P450), idade ao primeiro parto (IPP), probabilidade de parto precoce (Precocidade) e stayability (Stay), estimados a partir de metodologia bayesiana.



**Figura 4B:** Distribuições das densidades *a posteriori* das estimativas de correlação genética por análise bi-característica das características estrutura, precocidade e musculosidade ao sobreano (ES, PS e MS), peso padronizado aos 450 dias de idade (P450), idade ao primeiro parto (IPP), probabilidade de parto precoce (PRECOCE) e stayability (STAY) estimados a partir de metodologia bayesiana.



**Figura 5B:** Variação das amostras das estimativas de correlação genética por análise bi-característica das características estrutura, precocidade e musculosidade ao sobreano (ES, PS e MS), peso padronizado aos 450 dias de idade (P450), idade ao primeiro parto (IPP), probabilidade de parto precoce (PRECOCE) e stayability (STAY) estimados a partir de metodologia bayesiana.



**Figura 6B:** Trajetória da cadeia das estimativas de correlação genética por análise bi-característica das características estrutura, precocidade e musculosidade ao sobreano (ES, PS e MS), peso padronizado aos 450 dias de idade (P450), idade ao primeiro parto (IPP), probabilidade de parto precoce (PRECOCE) e stayability (STAY) estimados a partir de metodologia bayesiana.

**Tabela 1B:** Análises de convergência das estimativas de herdabilidade direta das análises uni-características (diagonal, em negrito) e bi características, sob os critérios de Geweke e Heidelberger e Welch.

	ES	PS	MS	P450	IPP	3P	STAY
ES	<b>0,7245*</b> <sup>o</sup>	0,1196* <sup>o</sup>	0,1181* <sup>o</sup>	0,6483* <sup>o</sup>	0,5541* <sup>o</sup>	0,9237* <sup>o</sup>	0,5674* <sup>o</sup>
PS	0,8589* <sup>o</sup>	<b>0,6756*</b> <sup>o</sup>	0,1250* <sup>o</sup>	0,3029* <sup>o</sup>	0,9567* <sup>o</sup>	0,6376* <sup>o</sup>	0,6965* <sup>o</sup>
MS	0,9205* <sup>o</sup>	0,9058* <sup>o</sup>	<b>0,8883*</b> <sup>o</sup>	0,3031* <sup>o</sup>	0,9404* <sup>o</sup>	0,7447* <sup>o</sup>	0,9505* <sup>o</sup>
P450	0,2302* <sup>o</sup>	0,4229* <sup>o</sup>	0,2505* <sup>o</sup>	<b>0,1024*</b> <sup>o</sup>	0,8867* <sup>o</sup>	0,1041* <sup>o</sup>	0,1969* <sup>o</sup>
IPP	0,2356* <sup>o</sup>	0,5875* <sup>o</sup>	0,5254* <sup>o</sup>	0,9576* <sup>o</sup>	<b>0,8425*</b> <sup>o</sup>	0,9017* <sup>o</sup>	0,3597* <sup>o</sup>
3P	0,0806* <sup>o</sup>	0,1305* <sup>o</sup>	0,1122* <sup>o</sup>	0,5308* <sup>o</sup>	0,0325°	<b>0,6280*</b> <sup>o</sup>	0,5648* <sup>o</sup>
STAY	0,0935* <sup>o</sup>	0,0126°	0,0161°	0,0082°	0,7707* <sup>o</sup>	0,3023* <sup>o</sup>	<b>0,8656*</b> <sup>o</sup>

\*: Convergiu sob critério de Geweke ( $p > 0,05$ ); °: Convergiu sob critério de Heidelberger e Welch.

**Tabela 2B:** Análises de convergência das estimativas de correlação genética (acima da diagonal) e ambientais (abaixo da diagonal) das análises bi características, sob os critérios de Geweke e Heidelberger e Welch.

	ES	PS	MS	P450	IPP	3P	STAY
ES	-	0,5411* <sup>o</sup>	0,5969* <sup>o</sup>	0,7701* <sup>o</sup>	0,4443* <sup>o</sup>	0,8249* <sup>o</sup>	0,0013°
PS	0,3647* <sup>o</sup>	-	0,7461* <sup>o</sup>	0,5321* <sup>o</sup>	0,5719* <sup>o</sup>	0,3884* <sup>o</sup>	0,0008°
MS	0,5004* <sup>o</sup>	0,7632* <sup>o</sup>	-	0,6174* <sup>o</sup>	0,3435* <sup>o</sup>	0,7401* <sup>o</sup>	0,0065°
P450	0,7602* <sup>o</sup>	0,8561* <sup>o</sup>	0,9980* <sup>o</sup>	-	0,5303* <sup>o</sup>	0,3691* <sup>o</sup>	0,6457* <sup>o</sup>
IPP	0,8943* <sup>o</sup>	0,8667* <sup>o</sup>	0,7992* <sup>o</sup>	0,2670* <sup>o</sup>	-	0,0003°	0,0003°
3P	0,4965* <sup>o</sup>	0,1144* <sup>o</sup>	0,3245* <sup>o</sup>	0,3011* <sup>o</sup>	0,0001°	-	0,5361* <sup>o</sup>
STAY	0,0017°	0,0058°	0,0483°	0,2871* <sup>o</sup>	0,0000°	0,8180* <sup>o</sup>	-

\*: Convergiu sob critério de Geweke ( $p > 0,05$ ); °: Convergiu sob critério de Heidelberger e Welch.

**Tabela 3B:** Análises de convergência das estimativas de correlação fenotípica das análises bi características, sob os critérios de Geweke e Heidelberger e Welch.

	ES	PS	MS	P450	IPP	3P	STAY
ES	-	0,8974* <sup>o</sup>	0,9043* <sup>o</sup>	0,7024* <sup>o</sup>	0,0859* <sup>o</sup>	0,6844* <sup>o</sup>	0,0164°
PS		-	0,9987* <sup>o</sup>	0,6629* <sup>o</sup>	0,5938* <sup>o</sup>	0,0148°	0,1025* <sup>o</sup>
MS			-	0,8829* <sup>o</sup>	0,2809* <sup>o</sup>	0,1215* <sup>o</sup>	0,1683* <sup>o</sup>
P450				-	0,4787* <sup>o</sup>	0,7330* <sup>o</sup>	0,0544* <sup>o</sup>
IPP					-	0,0060°	0,0072°
3P						-	0,8424* <sup>o</sup>

\*: Convergiu sob critério de Geweke ( $p > 0,05$ ); °: Convergiu sob critério de Heidelberger e Welch.