

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ESTUDO DAS ASSOCIAÇÕES ENTRE CARACTERÍSTICAS  
REPRODUTIVAS E DE CARCAÇA EM BOVINOS DA RAÇA  
NELORE

Autor: Edson Júnior Heitor de Paula  
Orientador: Prof. Dr. Elias Nunes Martins  
Coorientador: Dr. Cláudio de Ulhôa Magnabosco

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Maio - 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ESTUDO DAS ASSOCIAÇÕES ENTRE CARACTERÍSTICAS  
REPRODUTIVAS E DE CARÇAÇA EM BOVINOS DA RAÇA  
NELORE

Autor: Edson Júnior Heitor de Paula  
Orientador: Prof. Dr. Elias Nunes Martins  
Coorientador: Dr. Cláudio de Ulhôa Magnabosco

Tese apresentada como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração: Produção Animal.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Maio - 2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

P324e Paula, Edson Júnior Heitor de  
Estudo das associações entre características reprodutivas e de carcaça em bovinos da raça nelore / Edson Júnior Heitor de Paula -- Maringá, 2014.  
43 f.: il., figs., Tabs.

Orientador: Prof. Dr. Elias Nunes Martins.  
Co-orientador: Prof. Dr. Cláudio de Ulhoa Magnabosco.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - Área de Concentração: Produção Animal, 2014.

1. Avaliação genética. 2. Melhoramento genético - Correlação. 3. Inferência Bayesiana. 4. Interação genótipo x ambiente. 5. Gado de Corte. I. Martins, Elias Nunes, orient. II. Magnobosco, Cláudio de Ulhoa, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - Área de Concentração: Produção Animal. IV. Título.

CDD 22.ed. 636.20821



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**ESTUDO DAS ASSOCIAÇÕES ENTRE  
CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E DE  
CARCAÇA EM BOVINOS DA RAÇA NELORE**

Autor: Edson Júnior Heitor de Paula  
Orientador: Prof. Dr. Elias Nunes Martins

TITULAÇÃO: Doutor em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADA em 15 de maio de 2014.



---

Prof.ª Dr.ª Lúcia Maria Zeoula



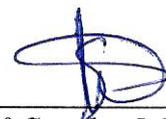
---

Prof.ª Dr.ª Eliane Gasparino



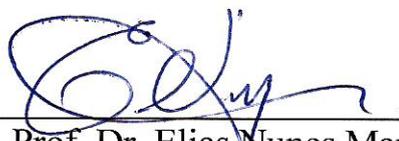
---

Prof. Dr. Robson Marcelo Rossi



---

Prof.ª Dr.ª Sandra Maria Simonelli



---

Prof. Dr. Elias Nunes Martins  
(Orientador)

*“Deleíta-te no senhor e ele concederá o desejo do teu coração”*

*(Salmos 37:4)*

A **DEUS**, por tudo que me tem proporcionado nessa vida.

**Aos meus pais**, por ter me dado a dádiva da vida, proporcionando educação e toda base para essa conquista.

A toda minha **família**, pelo apoio incondicional.

DEDICO...

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

À Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), departamento de Zootecnia por possibilitar o afastamento para qualificação.

À Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia (PPZ), por dar oportunidade para a realização do Doutorado Interinstitucional (DINTER).

À Fundação de Amparo à pesquisa de Mato Grosso (FAPEMAT), por financiar a realização do DINTER e pela bolsa de estudos concedida.

Ao Professor Dr. **Elias Nunes Martins**, pela orientação, paciência, amizade, pelo conhecimento compartilhado e por ser exemplo de professor a ser seguido.

Ao meu coorientador Dr. **Cláudio de Ulhôa Magnabosco**, por disponibilizar acesso ao banco de dados, pelos ensinamentos e pela amizade.

À empresa Guaporé pecuária, por fornecer os dados trabalhados nessa pesquisa.

Ao professor Dr. **Carlos Antônio Lopes de Oliveira**, pelos ensinamentos compartilhados na disciplina, por ajudar a organizar o banco de dados e pelo apoio durante as análises genéticas.

Aos professores Dr. **Robson Marcelo Rossi** e Dr. **Ferenc Istvan Bankuti**, pelos conhecimentos passados nas disciplinas.

À professora Dr.<sup>a</sup> **Sandra Maria Simonelli**, pelas sugestões realizadas durante a banca de qualificação.

À Pós-doutoranda **Daniela Andressa Lino Lourenço**, pelos ensinamentos referentes aos programas computacionais utilizados nas avaliações genéticas.

Aos amigos do DINTER: **Cristiano da Cruz, Edson Sadayuki Eguchi, Herena Naoco Chisaki Isobe, Márcia Matos de Abreu, Marice Cristine Vendruscolo, Maurício Arantes Vargas, Osvaldo Martins de Souza, Samuel Laudelino Silva e Tatiani Botini Pires**, pela companhia, amizade e alegrias.

Aos amigos que convivi durante o doutorado: **Daniele Portela de Oliveira, Emília de Paiva, Ana Carolina Muller Conti, Kaliane Nascimento de Oliveira** em especial **Sheila Nogueira de Oliveira**, por me ajudar nas primeiras avaliações genéticas.

Aos meus pais, **Edson Heitor de Paula** e **Arlene Silva Costa de Paula**, à minha irmã, **Edilena Silva Costa de Paula** e ao meu irmão, **Carlos Aredson Heitor de Paula**, pela força e incentivo.

Às minhas avós, **Izabel da Silva Costa** e (*in memoriam*) **Maria Antônia de Paula**, pelo carinho.

A todos os amigos que estiveram sempre ao meu lado me apoiando.

## BIOGRAFIA

Edson Júnior Heitor de Paula, filho de Edson Heitor de Paula e Arlene Silva Costa de Paula, nasceu na cidade de Anicuns, Goiás, em 24 de setembro de 1981.

Em março de 1999, ingressou no Curso de Bacharelado em Zootecnia na Universidade Católica de Goiás, em Goiânia, Goiás e foi graduado em setembro de 2003, com o título de Bacharel em Zootecnia. Ainda no final de 2003 ingressou no curso de especialização lato-sensu em Nutrição e Alimentação de Ruminantes pelas Faculdades Associadas de Uberaba, obtendo o título de especialista em 2004.

Iniciou os estudos em melhoramento genético animal em março de 2005 e recebeu o título de Mestre em Ciência Animal – linha de pesquisa Melhoramento Genético Animal, pelo Programa de Pós-graduação em Ciência Animal (PPGCA), na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás, em março de 2007.

Em setembro de 2010, ingressou no curso de doutorado pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (PPZ-UEM), com área de concentração em Produção Animal – Melhoramento Genético Animal.

Teve seu exame de qualificação em março de 2014 e em maio de 2014, submeteu sua tese à arguição à banca examinadora, para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

## ÍNDICE

	Página
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>X</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiv</b>
<b>I - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>06</b>
<b>II - OBJETIVOS.....</b>	<b>09</b>
<b>III - ARTIGO I: ASSOCIAÇÕES ENTRE CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E DE CARCAÇA EM BOVINOS DA RAÇA NELORE.....</b>	<b>10</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>10</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>11</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>12</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>13</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>16</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>23</b>
<b>Agradecimentos.....</b>	<b>23</b>
<b>Literatura Citada.....</b>	<b>24</b>
<b>IV - ARTIGO II: INTERAÇÃO GENOTIPO X AMBIENTE EM CARACTERÍSTICA DE CARCAÇA EM UM REBANHO DA RAÇA NELORE.....</b>	<b>27</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>27</b>

<b>Abstract.....</b>	<b>28</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>29</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>30</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>34</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>40</b>
<b>Agradecimentos.....</b>	<b>41</b>
<b>Literatura Citada.....</b>	<b>41</b>
<b>V – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>43</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>ARTIGO I:</b>	<b>Página</b>
TABELA 1. Resumo descritivo das características reprodutivas e de carcaça de bovinos da raça Nelore utilizadas neste estudo.....	16
TABELA 2. Estimativas dos componentes de (co)variância e herdabilidade ( $h^2$ ) para as características reprodutivas, idade ao primeiro parto (IPP), primeiro intervalo entre partos (PIEP), perímetro escrotal aos 450 e 550 dias (PE450 e PE550) e seus respectivos intervalos de credibilidade e região de alta densidade, em nível de 95%, obtidas em análises unicaracter.....	18
TABELA 3. Estimativas dos componentes de (co)variância e herdabilidade ( $h^2$ ) para as características de carcaça, peso, área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura medida entre as 12 <sup>a</sup> e 13 <sup>a</sup> costelas (EG), espessura de gordura medida na garupa (EGP8) e seus respectivos intervalos de credibilidade e região de alta densidade, em nível de 95%, obtidas em análises unicaracter.....	19
TABELA 4. Estimativas de herdabilidades (diagonal em negrito), correlação genética (acima da diagonal) e fenotípica (abaixo da diagonal) das características reprodutivas (IPP: idade ao primeiro parto, PIEP: primeiro intervalo entre partos, PE450 e PE550: perímetro escrotal padronizado aos 450 e 550 dias) e de carcaça (PESO: peso do animal, AOL: área de olho de lombo, EG: espessura de gordura medida entre as 12 <sup>a</sup> e 13 <sup>a</sup> costelas e EGP8: espessura de gordura medida na garupa, entre o flio e ísquio) de bovinos da raça Nelore em análises bicaracter.....	21
<b>ARTIGO II:</b>	
<b>Página</b>	
TABELA 1. Descrição dos arquivos de dados de bovinos da raça Nelore utilizados nesse estudo.....	32

TABELA 2.	Estatísticas descritivas das características de carcaça de bovinos da raça Nelore nascidos no primeiro e segundo semestres dos anos de 2000 a 2010.....	34
TABELA 3.	Estimativas dos componentes de (co)variância e herdabilidade ( $h^2$ ) para as características de carcaça obtidas de animais nascidos no primeiro e segundo semestres dos anos de 2000 a 2010.....	36
TABELA 4.	Correlações de Pearson entre os valores genéticos preditos dos 66.057 animais avaliados e correlações de Spearman entre a classificação dos 10 touros para as características estudadas de animais nascidos nos dois diferentes semestres do ano.....	37
TABELA 5.	Classificação (entre os dez reprodutores), número de filhos e percentil (TOP) dos dez touros escolhidos em relação ao rebanho total avaliado para as características estudadas de animais nascidos nas duas estações de nascimento.....	38

## RESUMO

RESUMO - Os objetivos deste trabalho foram estudar as associações entre as características de carcaça: peso (PESO), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG), espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8) e características reprodutivas: idade ao primeiro parto (IPP), primeiro intervalo entre partos (PIEP) e perímetro escrotal (PE) de bovinos da raça Nelore e verificar a existência da interação genótipo x ambiente nas características de carcaça em função do semestre de nascimento dos animais. Os parâmetros genéticos foram estimados em análises uni e bicaracter, em um modelo animal, por meio da inferência Bayesiana. O modelo utilizado incluiu a idade como covariável assumindo efeito quadrático; sexo, mês, ano de nascimento e manejo de criação como efeitos ambientais identificáveis para as características de carcaça. Para IPP, PIEP e PE 450 e 550, foi considerado apenas mês e ano de nascimento. Quando os dados de carcaça foram analisados, supondo-se a possível existência da interação genótipo x ambiente, as observações de PESO, AOL, EG e EGP8 dos animais nascidos no primeiro e segundo semestre de cada ano foram tratadas como características diferentes, formando PESO1, AOL1, EG1 e EGP81 características medidas de animais nascidos no primeiro semestre e PESO2, AOL2, EG2 e EGP82 para as características medidas nos animais nascidos no segundo semestre do ano. As estimativas de herdabilidade de todas as características estudadas foram maiores nas análises bicaracter exceto para IPP e PIEP, cujas estimativas foram 0,75 e 0,29 respectivamente, valores semelhantes nas análises unicaracter. As análises bicaracter resultaram em estimativas de herdabilidade *a posteriori* para as características PE450, PE550, PESO, AOL, EG e EGP8 de 0,66, 0,74, 0,49, 0,66, 0,74 e 0,68 respectivamente, sugerindo a possibilidade de ganhos genéticos em curto prazo de tempo. As correlações genéticas entre IPP e as características de carcaça medidas por ultrassom foram próximas de zero, comportamento semelhante foi encontrado para IPP e PE450 e PE550 dias indicando que a seleção para essas características não promoverá mudanças na IPP. Correlações genéticas altas (0,92, 0,93 e 0,94) foram encontradas

entre as características AOL e PESO, entre EG e EGP8 e perímetro escrotal aos 450 e 550 dias, respectivamente. As herdabilidades das características de animais nascidos no primeiro semestre (AOL1, EG1, EGP81 e PESO1) foram altas 0,75, 0,65, 0,73 e 0,76 respectivamente; e foram superiores as encontradas para as características medidas nos animais nascidos no segundo semestre. Todas as correlações genéticas entre as mesmas características, porém de animais nascidos nas duas diferentes estações do ano foram próximas da nulidade variando de (0,08 a 0,19) com intervalo de credibilidade variando de (-0,08 a 0,34) indicando a existência da interação genótipo x ambiente. Após seleção de 10 touros que mais tiveram progênie no rebanho trabalhado, observou-se que os melhores touros para as características de carcaça de animais nascidos no primeiro semestre não são necessariamente os mesmos para o segundo semestre. A não consideração da interação genótipo x ambiente nas características de carcaça pode causar um viés nas avaliações genéticas e conseqüentemente a seleção incorreta de animais, afetando o progresso genético do rebanho.

**Palavras-chave:** avaliação genética, correlação, inferência Bayesiana, interação genótipo x ambiente, gado de corte

## ABSTRACT

ABSTRACT - The objectives of this study were to study associations between carcass traits: weight (W), longissimus muscle area (LMA), subcutaneous fat thickness (BF) and fat thickness on the rump (RF); and reproductive traits: age at first calving (AFC), first calving interval (FCI), scrotal circumference at 450 and 550 days of age (SC450 and SC550) of Nelore cattle and verify the existence of genotype x environment interaction on carcass traits due to the semester of animal birth. Genetic parameters were estimated by single-trait and two traits animal model, using Bayesian inference. The model included age as a covariate assuming quadratic effects and sex, month, year of birth and management as fixed effects for carcass traits. For AFC, FCI and SC 450 and 550, was considered only the month and year of birth as fixed effects. When the carcass data were analyzed carcass, assuming the possible existence of genotype x environment interaction, W, LMA, and BF and RF of animals born in the first and second semester of each year were treated as different characteristics, forming W1, LMA1, BF1 and RF1 measured characteristics of animals born in the first half and W2, LMA2, BF2 and RF2 for traits measured in animals born in the second semester of the year. The heritability estimates for all traits were higher in the two-traits analyzes except for AFC and FCI, which estimates were 0.75 and 0.29, respectively, similar values in single-trait analyzes. Two-traits analyses resulted in heritability estimates for a posteriori for features SC450, SC550, W, LMA, and BF, RF 0.66, 0.74, 0.49, 0.66, 0.74 and 0.68 respectively, suggesting the possibility of genetic gains in a short period of time. Genetic correlations between AFC and carcass traits measured by ultrasound were close to zero, similar behavior was found for AFC and SC450 and SC550 days indicating that selection for these traits will not promote changes in AFC. High genetic correlations (0.92, 0.93 and 0.94) were found between the characteristics and LMA and W, also between BF and RF, and scrotal circumference at 450 and 550 respectively. The heritability of the traits from animals born in the first semester (LMA1, BF1, RF1 and W1) were high were 0.75, 0.65, 0.73 and 0.76 respectively, and were higher than those

found for the traits measured in animals born in the second semester. All genetic correlations between the same traits, considering animals born in the two different seasons were close to the nullity ranging from (0.08 to 0.19) with credibility interval ranging from (-0.08 to 0.34) indicating the occurrence of genotype x environment interaction. After selection of 10 bulls that had more progeny in the herd worked, it was observed that best bulls for carcass traits of animals born in the first semester are not necessary the same for the second semester. Not considering genotype x environment interaction on carcass traits may cause a bias in genetic evaluation and therefore the incorrect selection of animals, affecting the genetic progress of the herd.

**Key words:** Bayesian inference, beef cattle, correlations, genetic evaluation, genotype x environment interaction

## I - INTRODUÇÃO

A pecuária de corte brasileira tem passado por várias transformações desde a abertura dos mercados mundiais e a globalização das economias, forçando produtores a buscarem eficiência na atividade haja vista que 15,46% da produção de carne é destinada a exportação (Livestock & Poltryflip, 2012). Segundo Paula et al. (2010) diante da impossibilidade de abertura de novas fronteiras agrícolas e também da redução da margem de lucro da atividade ao longo dos anos, não resta alternativa se não melhorar a produtividade, sendo necessário reduzir o período de permanência dos animais na propriedade e melhorar os índices zootécnicos para produzir mais carne em menor espaço de tempo a menor custo. Ações nos diversos fatores envolvidos na produção são necessárias para garantir o ganho em eficiência, dentre elas destaca-se o melhoramento genético do rebanho por meio da definição dos critérios de seleção e intensificação do uso de animais geneticamente superiores.

Em qualquer exploração pecuária as características reprodutivas são de fundamental importância pela sua influência direta na rentabilidade de todo o processo produtivo. As características de eficiência reprodutiva do rebanho são as que apresentam maior importância relativa, seguidas do crescimento e por último, as carcaça (Alencar et al., 1999). Diante de tal importância vários pesquisadores (Mercadante et al., 2000; Gressler et al., 2000 e Silva et al., 2005 etc.) tem indicado a necessidade da inclusão de características reprodutivas nos programas de melhoramento genético, mesmo sendo essas características muito influenciadas pelo ambiente o que lhes confere baixas taxas de herdabilidade e conseqüentemente lento progresso genético.

Diversas características como idade a puberdade, idade ao primeiro parto (IPP), primeiro intervalo entre partos (PIEP), perímetro escrotal (PE), entre outras, têm sido estudadas no intuito de se otimizar a performance reprodutiva das fêmeas, entretanto ainda não existe consenso quanto a mais adequada.

A seleção para aumento do perímetro escrotal tem sido bastante utilizada, sob o argumento que esta característica está geneticamente correlacionada as várias características reprodutivas de machos e fêmeas (Bergmann, 1993), e com características de desenvolvimento ponderal. O aumento do perímetro escrotal por ter associação genética positiva com características de crescimento, pode acarretar também no aumento do peso à maturidade sendo motivo de preocupação quando se tem o objetivo de melhorar a eficiência reprodutiva do rebanho, porque animais de pesos assintóticos mais elevados tendem a ser mais tardios, caso não haja incremento no sistema de alimentação desses animais.

Outras características de fundamental importância segundo Alencar et al. (1999) são as de carcaça, o mercado consumidor exige carne de melhor qualidade e preços competitivos com outras fontes de proteína. De acordo com Boleman et al. (1998), dentre os fatores que afetam a qualidade da carcaça, destacam-se o rendimento de cortes cárneos, a porcentagem de gordura subcutânea e intramuscular, além da maciez da carne.

Estudos iniciais das características de carcaça levaram à mensuração ( $\text{cm}^2$ ) da área do músculo *Longissimus dorsi* ou área de olho de lombo (AOL) que é a medida obtida através da seção transversal entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas realizada *post mortem* em bovinos (Muller, 1980). De posse dos valores numéricos deste indicador os pesquisadores estabeleciam equações de predição de rendimentos em carne aproveitável. A espessura de gordura subcutânea na costela (EG) medida em milímetros no mesmo local da AOL é indicadora do grau de acabamento da carcaça, além de ser um indicativo da composição da carcaça e, em particular, do rendimento em carne, ela está associada à qualidade, na medida em que protege a carne contra o enrijecimento provocado pela desidratação e pelo resfriamento (Mcintyre, 1994). A mensuração direta na carcaça depois do abate apresentava dois problemas, o primeiro pelo encurtamento das fibras musculares no processo de resfriamento da carcaça e a retirada da gordura subcutânea da carcaça no momento da esfolagem, poderiam levar a perda da variabilidade genética da AOL e da gordura subcutânea (EG); o segundo, os dados só poderiam ser coletados após o abate dos animais dificultando assim a utilização dos animais identificados como melhoradores. Para suplantar essas dificuldades a comunidade científica passou a utilizar o ultrassom para coletar os dados de AOL e EG. Azevedo Junior (2010) relata que a perda de variabilidade por causa dos processos de abate poderiam conduzir a estimativas de herdabilidades menores do que aquelas observadas

quando as mensurações são realizadas por meio do ultrassom em tempo real, nos animais *in vivo*. Segundo Tarouco (1995) a utilização da técnica da ultrassonografia de carcaça se constituiu em nova tendência mundial na indústria de gado de corte na época, principalmente pelo fato que os sistemas de comercialização dos animais estavam pressionando o setor produtivo e de pesquisa para que apresentasse informações do mérito genético de características de carcaça como área do olho de lombo, espessura de gordura de cobertura e marmoreio dos seus reprodutores. O mesmo autor ainda relata que no Brasil, a partir de 1993, a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), através do Departamento de Avaliação e Reprodução Animal do Instituto de Zootecnia – IZ, em trabalho pioneiro no país, iniciou estudos utilizando a técnica de ultrassonografia *real-time* em bovinos e ovinos com objetivo de estimar as composições corporais dos animais, medindo a área de olho de lombo e a espessura de gordura de cobertura em um rebanho da raça Canchim e ovinos da raça Ile de France.

Seguindo a tendência mundial e objetivando aumentar a eficiência de produção de carne na raça Nelore, em 2003, a Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP) incluiu no sumário de touros as avaliações de carcaça contemplando as características área de olho de lombo, espessura de gordura e espessura de gordura medida na garupa (EGP8), esta última realizada entre o íleo e o ísquio. Segundo Yokoo et al. (2008) a EGP8 é uma característica indicadora do grau de acabamento da carcaça e a sua deposição se inicia mais cedo que o das costelas, e esta característica foi assim denominada em função de um determinado pesquisador na Austrália que marcou vários pontos para obter a gordura subcutânea na garupa do animal. Dentre esses pontos, o número oito foi que mostrou maior consistência para tal mensuração, por se situar na intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris*, localizados entre o ílio e o ísquio do animal. A partir de 2003, a ANCP passou a oferecer informações quanto ao mérito genético de cada animal em relação às características de carcaça, possibilitando então os produtores nortear os acasalamentos de seus animais na busca de aumentar o rendimento de carcaça e monitorar a velocidade de acabamento.

A associação das características de carcaça obtidas por ultrassom e características reprodutivas tem sido pouco estudadas na raça Nelore. Barbosa et al. (2005) e Yokoo et al. (2006) estudando animais da raça Nelore, estimaram correlações genéticas entre espessura de gordura subcutânea (EG e EGP8) e perímetro escrotal, e entre AOL e perímetro escrotal, próximas de zero. Os autores concluíram que a seleção para as características de carcaça obtidas por ultrassom não afetaria o perímetro

escrotal. Yokoo (2009) utilizando dados de animais da raça Nelore relatou que a correlação entre idade ao primeiro parto, primeiro intervalo entre partos e as características de carcaça obtidas por ultrassom ao ano e ao sobreano foram baixas, próximas de zero. Esses resultados sugerem que animais mais precoces, selecionados por meio da característica IPP, não têm, necessariamente, maior deposição de gordura subcutânea na carcaça e nem apresentam maior musculosidade ao sobreano. Magnabosco et al. (2009) estudando medidas de perímetro escrotal e características medidas por ultrassom em 1.697 machos da raça Nelore obtiveram correlações genéticas entre PE, EG e EGP8 positivas e baixas, 0,06 e 0,09, respectivamente. No entanto Johnson et al. (1993) e Turner et al. (1990) estudando as correlações genéticas entre EG e perímetro escrotal em animais da raça Brangus e Hereford encontraram valores negativos moderados e altos, -0,33 e -0,89 respectivamente, indicando associação desfavorável entre as características.

Diante de dados contraditórios relatados na literatura, Magnabosco et al. (2009) indicam que mais estudos precisam ser realizados para maior confiabilidade a respeito da relação entre acabamento de carcaça e precocidade sexual.

Considerada recente o uso da ultrassonografia de carcaça no melhoramento genético animal no Brasil, ainda há muitos estudos a serem realizados com o intuito de melhorar essa técnica. Um exemplo é o estudo da interação genótipo x ambiente que nos principais programas de melhoramento genético de bovinos de corte em execução no país, a pressuposição comumente assumida nas avaliações genéticas é sua ausência, ou seja, as variâncias residuais e genéticas são consideradas constantes (Ribeiro et al., 2009).

De acordo com Paula et al. (2009), tanto a genética como o ambiente determinam a expressão das características de importância econômica em bovinos e alguns genótipos podem não se expressar da mesma maneira em diferentes ambientes em virtude da interação genótipo x ambiente.

Diferentes ambientes de criação em uma determinada propriedade são disponibilizados a um rebanho bovino que esteja em sistema de pastejo por causa da grande sazonalidade climática existentes entre as estações do ano no Brasil. A medição da característica em diferentes períodos do ano (época de seca ou águas) pode levar a diferença na média das características de carcaça obtidas por ultrassonografia, pois essas características têm correlação variando de 0,40 a 0,68 com características de crescimento, que também sofrem influência direta da estação do ano (Yokoo, 2009).

Perkins Junior (1992) identificou alguns fatores que afetam a acuracidade das estimativas feitas por ultrassom, e entre elas estão as limitações tecnológicas, experiência do técnico, nível de gordura e músculo, sexo e idade do animal, entre outros.

A idade do animal ideal para a coleta dos dados de carcaça segundo o *Beef Improvement Federation* (BIF, 2002) nos Estados Unidos é de 12 meses para animais *bos taurus*, já os vários trabalhos publicados no Brasil com características de carcaça em Nelore (Barbosa et al., 2005; Yokoo et al., 2006; Yokoo, 2009 e Magnabosco et al., 2009) relatam medidas coletadas em idades próximas aos 18 meses. Essa diferença é relatada em razão da genética e as diferenças no sistema de criação dos animais.

Apesar da recomendação da utilização de estação reprodutiva como ferramenta de gestão com o objetivo de facilitar o manejo dos animais na bovinocultura de corte, analisando registros zootécnicos de propriedades e associações de criadores de bovinos no Brasil, encontram-se nascimentos pulverizados durante as diferentes épocas do ano propiciando no momento da coleta dos dados de carcaça (primeiro ou segundo semestre do ano), animais com idade ideal para coleta em diferentes estados nutricionais, resultado das variações climáticas anteriormente mencionadas propiciando a suspeita da existência de interação genótipo x ambiente.

A interação genótipo x ambiente, quando não é devidamente detectada, implica em predição viesada dos valores genéticos, o que acarretaria na seleção incorreta de indivíduos em diferentes ambientes e como consequência pode ter a redução do progresso genético do rebanho.

A existência de interação genótipo x ambiente tem sido verificada em gado de corte para características de crescimento (Guidolin et al., 2012; Lopes et al., 2008; Toral et al., 2004) em cruzamentos (Teixeira et al., 2006) mas não se encontra na literatura trabalhos relatando estudos realizados em características de carcaça.

## LITERATURA CITADA

- ALENCAR, M.M.; BARBOSA, R.T.; NOVAES, A.P. Características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore e cruzadas  $\frac{1}{2}$  Canchim +  $\frac{1}{2}$  Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.960-967, 1999.
- AZEVEDO JUNIOR, J. **Modelos Bayesianos alternativos na análise genética de característica de carcaça *in vivo*, de bovinos Guzerá**. 2010. 68p. (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, 2010.
- BARBOSA, V.; MAGNABOSCO, C.U.; FARIA C.U.; ARAUJO, F.R.C.; MANICARDI, F.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B.; SAINZ, R.D. Inferência bayesiana no estudo genético quantitativo de características de carcaça em novilhos da raça nelore, utilizando a técnica de ultra-sonografia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia, GO: SBZ, 2005. 1CD-ROM.
- BERGMANN, J.A.G. 1993. Melhoramento genético da eficiência reprodutiva em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.1, n.4, p.70-86, 1993.
- BIF. 2002. **Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs**, 8th ed. Beef Improvement Federation (BIF), University of Georgia, Athens, GA.
- BOLEMAN, S.L.; BOLEMAN, S.J.; MORGAN, W.W.; HALE, D.S.; GRIFFIN, D.B.; SAVELL, J.W.; AMES, R.P.; SMITH, M.T.; TATUM, J.D.; FIELD, T.G.; SMITH, G.C.; GARDNER, B.A.; MORGAN, J.B.; NORTHCUTT, S.L.; DOLEZAL, H.G.; GILL, D.R.; RAY, F.K. National Beef Quality Audit-1995: survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 96-103, 1998.
- GRESSLER, S.L.; BERGMANN, J.A.G.; PEREIRA, C.S.; PENNA, V.M.; PEREIRA, J.C.C.; GRESSLER, M.G.M. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.2, p. 427-437, 2000.
- 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 Nellore beef cattle. **Animal Production Science**, v. 52, p.975–980, 2012.
- JOHNSON M. Z., SCHALLES R. R., DIKEMAN M. E., GOLDEN B. L. Genetic parameter estimates of ultrasound-measured longissimus muscle area and 12th rib

- fat thickness in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2623-2630, 1993.
- LIVESTOCK AND POLTRY. : **world markets and trade**. Washington, D. C.: United States Department of Agriculture - USDA, Oct, 2012. Disponível em: <[http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf)>. Acesso em: fev. 2013.
- LOPES, J.S; RORATO, P.R.N.; WEBER, T.; BOLIGON, A.A.; COMIN, J.G.; DORNELLES, M.A. Efeito da Interação Genótipo-Ambiente sobre o peso ao nascimento, aos 205 e aos 550 dias de idade de bovinos da raça Nelore na Região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**,v.37, n.1, p.54-60,2008.
- MAGNABOSCO, C.U.; BARBOSA, V.; FARIA, C.U.; LOPES, D.T.; VIU, M.A.O.; MAMEDE, M.M.S.; LÔBO, R.B. **Estudo genético quantitativo de características de carcaça medidas por ultrassom e perímetro escrotal utilizando inferência bayesiana em novilhos Nelore**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento 247. Embrapa Cerrados, Planaltina – DF, 2009.
- McINTYRE, B.L. Carcase measurements and treatments. **Proceedings of the Australian society of Animal Production**, Perth, v.20, p. 37-39, 1994.
- MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO R.B.; OLIVEIRA, H.R. Estimativas de (co)variâncias entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.4, p. 997-1004, 2000.
- MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. Santa Maria: UFSM, 1980. n.1, 31p.
- PAULA, E.J.H.; MAGNABOSCO, C.U.; VIU, M.A.O.; LOPES, D.T.; SAINZ, R.D.; SAUERESSIG, M.G.; MARTHA JUNIOR, G.B.; WILLIAMS, C. Simulação dos impactos da seleção para crescimento e habilidade materna sobre a eficiência reprodutiva de um rebanho nelore. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.3, p.641-650, 2010.
- PAULA, M.C.; MARTINS, E.N.; SILVA, L.O.C; OLIVEIRA, C.A.L.; VALOTTO, A.A.; RIBAS, N.P. Interação genótipo x ambiente para produção de leite de bovinos da raça Holandesa entre bacias leiteiras no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.467-473, 2009.
- PERKINS JUNIOR, T. L. **The use of real-time, linear array ultrasound techniques to predict final carcass composition in beef cattle**. Ames, I.A., 1992. 183p. Tese (doutorado) – Texas Tech University, 1992.
- RIBEIRO, S.; ELER, J.P.; BALIEIRO, J.C.C.; FERRAZ, J.B.S.; PEDROSA, V.B; MATTOS, E.C. Influência da interação genótipo x ambiente sobre o peso à desmama em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.3, p.668-675, 2009.
- SILVA, J.A.V.; DIAS, L.T.; ALBUQUERQUE, L.G. Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n.5, p. 1568-1572, 2005.
- TAROUCO, J.U. Avaliação e seleção de carcaças pela técnica de ultra-sonografia “real-time”. In: SYMPOSIUM: O Nelore do Século XXI, 1995, Ribeirão Preto, SP **Anais...** Ribeirão Preto, SP. P. 79-88, 1995.

- TEIXEIRA, R.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; ALENCAR, M.M.; DIAS, L.T. Interação genótipo-ambiente em cruzamentos de bovinos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.4, p.1677-1683, 2006.
- TORAL, F.L.B.; SILVA, L.O.C.; MARTINS, E.N.; GONDO, A.; SIMONELLI, S.M. Interação Genótipo x Ambiente em Características de Crescimento de Bovinos da Raça Nelore no Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.33, n.6, p.1445-1455, 2004.
- TURNER, J.W.; PELTON, L.S.; CROSS, H.R. Using live animal ultrasound measures of ribeye area and fat thickness in yearling Hereford bulls. **Journal of Animal Science**, v. 68, p.3502. 1990.
- YOKOO, M.J. **Análise Bayesiana da área de olho de lombo e espessura de gordura obtida por ultrassom e suas associações com outras características de importância econômica na raça Nelore**. 2009. 84p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias, 2009.
- YOKOO, M.J.; ALBUQUERQUE, L.G.; BIGNARDI, A.B.; PEREIRA, M.C.; SAINZ, R.D.; LOBO, R.B.; PEREIRA, C.S.; BEZERRA, L.A.F.; ARAUJO, F.R.C. Estimates of genetic correlations between carcass and growth traits and scrotal circumference in Nelore cattle. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8., 2006, Belo Horizonte. **Proceeding...** Belo Horizonte: Instituto Prociência, 2006. 1CD-ROM.
- YOKOO, M.J.; ALBUQUERQUE, L.G.; LOBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; ARAUJO, F.R.C.; SILVA, J.A.V.; SAINZ, R.D. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livestock Science**, v.117, p.147-154, 2008.

## II - OBJETIVOS

O objetivo geral foi estudar as associações entre as características de carcaça e características reprodutivas em animais da raça Nelore.

Os objetivos específicos foram:

- a) estimar os componentes de (co)variância e parâmetros genéticos das características de carcaça, peso (PESO), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) mensuradas entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas transversalmente ao músculo *longissimus dorsi* e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8); e também das características reprodutivas, idade ao primeiro parto (IPP), primeiro intervalo entre partos (PIEP) e perímetro escrotal (PE) de bovinos da raça Nelore por meio da inferência Bayesiana;
- b) estimar as correlações genéticas entre as medidas de PESO, AOL, EG e EGP8 e as características reprodutivas IPP, PIEP e PE;
- c) verificar a existência da interação genótipo x ambiente nas características de carcaça em duas estações de nascimento durante o ano em rebanho de bovinos da raça Nelore.

### III – ARTIGO I

#### Associações entre características reprodutivas e de carcaça em bovinos Nelore

**RESUMO** - Objetivou-se com este trabalho estimar os parâmetros genéticos e os componentes de (co)variância para as características de carcaça: peso (PESO), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8) e entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas obtidas por ultrassom (EG); para as características ligadas à reprodução: idade ao primeiro parto (IPP), primeiro intervalo entre partos (PIEP), perímetro escrotal aos 450 e 550 dias de idade (PE450 e PE550) de animais da raça Nelore e verificar as associações entre estas características. Os parâmetros genéticos foram estimados em análises uni e bicaracter, em um modelo animal, por meio da inferência Bayesiana. O modelo utilizado incluiu a idade como covariável assumindo efeito quadrático. Incluiu também sexo, mês, ano de nascimento e manejo de criação como efeitos ambientais identificáveis para as características de carcaça. Para IPP, PIEP, PE 450 e PE550, foram considerados apenas mês e ano de nascimento. As estimativas de herdabilidade de todas as características estudadas foram maiores nas análises bicaracter exceto para IPP e PIEP, que apresentaram 0,75 e 0,29, respectivamente, valores semelhantes nas análises unicaracter. As análises bicaracter resultaram em estimativas de herdabilidade *a posteriori* para as características PE450, PE550, PESO, AOL, EG e EGP8 de 0,66, 0,74, 0,49, 0,66, 0,74 e 0,68, respectivamente, sugerindo a possibilidade de ganhos genéticos em curto prazo de tempo. As correlações genéticas entre IPP e as características de carcaça medidas por ultrassom foram próximas de zero. Comportamento semelhante foi encontrado para IPP, PE450 e PE550 dias indicando que a seleção para essas características não promoverá mudanças na IPP. Correlações genéticas altas (0,92, 0,93 e 0,94) foram encontradas entre as características AOL e PESO, EG e EGP8 e PE450 e PE550, respectivamente.

**Palavras-chave:** Bos indicus, inferência Bayesiana, parâmetros genéticos, precocidade sexual, ultrassom

### III – Associations between reproductive and carcass traits in Nellore

**ABSTRACT** - The objective of this study was to estimate genetic parameters and (co)variance for carcass traits: weight (W), longissimus muscle area (LMA), rump fat thickness (RF) and fat thickness between 12 and 13th ribs obtained by ultrasound (BF); for the traits of reproductive: age at first calving (AFC), first calving interval (FCI), scrotal circumference at 450 and 550 days of age (SC450 and SC550) of Nellore animals and characterize the associations between these characteristics. Genetic parameters were estimated by single-trait and two traits in animal model, using Bayesian inference. The model included age as a covariate assuming quadratic effect; also includes sex, month, year of birth and management of creation as fixed effects for carcass traits. For AFC, FCI and SC450 and SC550, were considered only the month and year of birth. The heritability estimates for all traits were higher in the two traits analyzes except for AFC and FCI, which showed 0.75 and 0.29, respectively similar values in single trait analyzes. Analyses two traits resulted in heritability estimates for a posteriori for features SC450, SC550, W, LMA, and BF and RF of 0.66, 0.74, 0.49, 0.66, 0.74 and 0.68 respectively, suggesting the possibility of genetic gains in a short period of time. Genetic correlations between AFC and carcass traits measured by ultrasound were close to zero. Similar behavior was found for AFC, SC450 and SC550 days indicating that selection for these traits will not promote changes in AFC. High genetic correlations (0.92, 0.93 and 0.94) were found between the characteristics LMA and W, BF and RF, and SC450 and SC550, respectively.

**Key words:** Bayesian inference, *Bos indicus*, genetic parameters, sexual precocity, ultrasound

## Introdução

Os programas de melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil têm dado ênfase às características de desenvolvimento ponderal, porém existem outras características de relevância que devem ser incluídas nos programas de seleção, entre elas as características de carcaça e características ligadas à reprodução.

Diversas características como idade à puberdade, idade ao primeiro parto (IPP), primeiro intervalo entre partos (PIEP), perímetro escrotal (PE), entre outras, têm sido estudadas no intuito de aperfeiçoar o desempenho reprodutivo das fêmeas, entretanto ainda não existe consenso quanto a mais adequada.

Apesar de não trazer benefícios econômicos diretos, a seleção para aumento do perímetro escrotal tem sido bastante utilizada, sob o argumento de que esta característica está geneticamente correlacionada com várias características reprodutivas de machos e fêmeas (Bergmann, 1993) e com características de desenvolvimento ponderal. O aumento do perímetro escrotal por ter associação genética positiva com características de crescimento pode acarretar também no aumento do peso à maturidade, o que é motivo de preocupação quando se tem o objetivo de melhorar a eficiência reprodutiva do rebanho, pois animais de pesos assintóticos mais elevados tendem a ser mais tardios caso não haja incremento no sistema de alimentação desses animais.

As características de carcaça segundo Alencar et al. (1999) devem ser incluídas nos programas de seleção, o mercado consumidor exige carne de melhor qualidade e preços competitivos com outras fontes de proteína. De acordo com Boleman et al. (1998), dentre os fatores que afetam a qualidade da carcaça, destacam-se a porcentagem de gordura subcutânea e intramuscular, além da maciez da carne.

A associação das características de carcaça e características reprodutivas tem sido pouco estudadas na raça Nelore e segundo Magnabosco et al. (2009) existem dados contraditórios relatados na literatura e evidencia a necessidade de mais estudos para maior confiabilidade a respeito da relação entre acabamento de carcaça e precocidade sexual.

Assim o objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros genéticos e os componentes de (co)variância para as características de carcaça: peso, área de olho de lombo, espessura de gordura na garupa e entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas obtidas por ultrassom; para as características ligadas à reprodução: idade ao primeiro parto, primeiro intervalo entre partos, perímetro escrotal aos 450 e 550 dias de idade de animais da raça Nelore e investigar as associações entre estas características.

### **Material e Métodos**

Foram utilizados dados de bovinos de corte da raça Nelore coletados na Fazenda Guaporé, pertencente à empresa Guaporé pecuária – marca OB localizada a 450 km de Cuiabá, no município de Pontes e Lacerda, sudoeste do Estado de Mato Grosso - Brasil. O rebanho da fazenda é participante do Programa de Melhoramento Genético Nelore Brasil da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP) que forneceu a genealogia dos 66.057 animais da matriz de parentesco. Dois bancos de dados foram utilizados nesse estudo: O primeiro continha informações de carcaça de 8.918 animais medidas por ultrassonografia colhidas por um técnico devidamente treinado que utilizou o equipamento Aloka 500V com sonda linear de 17,2 cm, 3,5 MHz e um acoplador acústico (*standoff*). Para a obtenção da imagem da área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EG), o transdutor foi colocado perpendicularmente à coluna vertebral, transversalmente sobre o músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, utilizando o *standoff*. Para a obtenção da imagem da espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), o transdutor foi colocado na intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris*, localizados entre o ílio e o ísquio. Durante a coleta dos dados de ultrassom, também foram tomados os pesos dos machos e fêmeas Nelore que apresentaram idade média de 20 meses, nascidos entre os anos de 2000 e 2010; o segundo banco de dados armazenava as informações das características reprodutivas de 9.863 animais de ambos os sexos da raça Nelore, nascidos entre os anos de 1992 e 2008 que tinham informação de idade ao primeiro parto (IPP), obtida pela diferença entre a primeira parição e o nascimento do animal, o primeiro intervalo entre partos (PIEP),

tempo em dias compreendido entre o primeiro e segundo partos e perímetro escrotal padronizado aos 450 e 550 dias.

Para garantir a consistência das informações, o conjunto de dados original foi editado com o uso do programa computacional R (R Development Core Team, 2012), sendo impostas restrições que eliminaram as observações inconsistentes.

Na estimação dos componentes de (co)variâncias e dos parâmetros genéticos de todas as características analisadas, foi utilizada a abordagem Bayesiana, pelo método de amostragem de Gibbs do programa MTGSAM (*Multiple Trait Gibbs Sampling in Animal Models*) desenvolvido por Van Tassel & Van Vleck (1996).

Primeiramente foram realizadas análises unicaracter para cada característica e em seguida análises bicaracter por meio do modelo animal:

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

em que:

$y$  = vetor de observações;

$\beta$  = vetor de efeitos ambientais identificáveis;

$a$  = vetor de valores genéticos diretos;

$X$  e  $Z$  = são matrizes de incidência dos efeitos ambientais identificáveis e genéticos diretos, respectivamente;

$e$  = vetor dos efeitos residuais, associados aos vetores  $Y$ .

Foi assumido que os vetores  $y$ ,  $a$  e  $e$  possuem distribuição conjunta normal multivariada:

$$\begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} \sim NMV \left\{ \begin{bmatrix} X\beta \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} ZGZ'+R & ZG & R \\ GZ & G & 0 \\ R & 0 & R \end{bmatrix} \right\}$$

em que, na análise unicaracter,  $G$  é a matriz de (co)variâncias genéticas dada por  $A\sigma_a^2$ , sendo  $A$  a matriz de parentesco entre os animais e  $\sigma_a^2$ , a variância genética da característica;  $R$  é a matriz de variância residual dada por  $I\sigma_e^2$ , sendo  $I$  a matriz identidade de ordem igual ao número de animais e  $\sigma_e^2$  a variância residual da característica.

Na análise bicaracter,  $G$  é a matriz de (co)variâncias genéticas dada por  $G_o \otimes A$ , sendo  $A$  a matriz de parentesco entre os animais e  $G_o$  a matriz de (co)variâncias genéticas entre as características,  $R$  é a matriz de (co)variâncias residuais dada por  $R_o \otimes I$ , sendo  $I$  a matriz identidade de ordem igual ao número de animais e  $R_o$  a matriz de (co)variâncias residuais entre as características, como segue:

$$G_o = \begin{bmatrix} \sigma_{a_1}^2 & \sigma_{a_1 a_2} \\ \sigma_{a_2 a_1} & \sigma_{a_2}^2 \end{bmatrix} \quad R_o = \begin{bmatrix} \sigma_{e_1}^2 & \sigma_{e_1 e_2} \\ \sigma_{e_2 e_1} & \sigma_{e_2}^2 \end{bmatrix}$$

O modelo utilizado incluiu a idade como covariável assumindo efeito quadrático. Incluiu também sexo, mês, ano de nascimento e manejo de criação como efeitos ambientais identificáveis para peso e para as características obtidas por ultrassom (AOL, EG e EGP8). Para as características IPP, PIEP, PE450 e PE550, foram considerados apenas mês e ano de nascimento.

Optou-se pela não formação dos grupos contemporâneos, porque os animais eram pertencentes a uma única fazenda.

Para os valores *a priori* das (co)variâncias aditivas e residuais foram utilizadas distribuições não informativas (não refletindo conhecimento prévio do parâmetro). Foi assumido a distribuição uniforme *a priori* para os efeitos ambientais identificáveis e para os componentes de variância, a distribuição Wishart invertida.

Para as análises unicaracter e bicaracter foram geradas cadeias de Gibbs de 200.000 e 1.000.000 de iterações, com descarte inicial de 20% e intervalo de amostragem de 50 iterações, sendo obtidas ao final 3.600 e 16.000 amostras dos componentes de (co)variância para cada análise, respectivamente.

A monitoração da convergência das cadeias geradas pelo amostrador de Gibbs foi feita por meio de análise gráfica e pela utilização dos testes de diagnósticos de Geweke e de Heidelberger & Welch, disponíveis no pacote CODA (*Convergence Diagnosis and Output Analysis*), implementado no programa R (R Development Core Team, 2012).

Foram construídos os intervalos de credibilidade e as regiões de alta densidade para todos os componentes de (co)variância e parâmetros genéticos estimados, em nível de 95%.

## Resultados e Discussão

As estatísticas descritivas contendo o número de observações, média, desvio-padrão, valores mínimos e máximos das características de carcaça e características ligadas à reprodução além do número de touros e matrizes pais dos animais utilizados neste estudo estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Resumo descritivo das características reprodutivas e de carcaça de bovinos da raça Nelore utilizadas neste estudo

Característica	N	Média	DP	Min	Max	Touros	Matrizes	
Carcaça	AOL (cm <sup>2</sup> )	8.911	48,16	8,32	21,53	114,10	347	5.226
	EG (mm)	8.918	2,14	0,79	0,15	11,70	347	5.228
	EGP8 (mm)	8.890	2,48	0,93	0,13	12,10	347	5.208
	PESO (kg)	8.984	322,09	50,26	156,00	852,00	347	5.284
Reprodução	IPP (dias)	7.630	1338	377	708	4916	386	4.752
	PIEP (dias)	7.506	498	145	276	1797	386	4.696
	PE450 (cm)	9.285	21,16	2,52	15,00	37,00	397	5.951
	PE550 (cm)	9.863	24,37	2,89	16,00	38,00	399	6.245

N: n<sup>o</sup> de animais; DP: desvio-padrão; CV: Coeficiente de variação; Min: valor mínimo; e Max: valor máximo, das características AOL: área de olho de lombo; EG: espessura de gordura medida entre as 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas; EGP8: espessura de gordura medida na garupa, entre o ílio e ísquio; PESO: peso do animal; IPP: idade ao primeiro parto; PIEP: primeiro intervalo entre partos; PE450 e PE550: perímetro escrotal padronizado aos 450 e 550, respectivamente.

As medidas obtidas para área de olho de lombo, espessura de gordura e espessura de gordura na garupa foram 48,16 cm<sup>2</sup>, 2,14 mm e 2,48 mm, respectivamente. Valores semelhantes, 48,38 cm<sup>2</sup> para AOL, 1,93 mm para EG e 3,05 para EGP8, foram descritas por Yokoo et al. (2009) que também trabalharam com animais da raça Nelore. Estimativas pouco abaixo são relatadas por Magnabosco et al. (2009) que obtiveram média de 42,71 cm<sup>2</sup> para AOL; EG de 1,40 mm e 1,84 mm para EGP8, justificada pois os animais eram um pouco mais jovens, com idades variando entre 15 e 19 meses. Os valores de EGP8 foram superiores à EG, sugerindo que a deposição de gordura na garupa se inicia mais precocemente do que nas costelas corroborando com os resultados dos trabalhos citados anteriormente.

A idade ao primeiro parto e primeiro intervalo entre partos médio foi de 1.338 e 498 dias, superior a alguns trabalhos encontrados na literatura para IPP na raça Nelore,

1.050, 1.104, 1.130 e 1.149 dias relatados respectivamente por Grossi et al. (2009), Boligon et al. (2007), Pereira et al. (2001) e Mercadante et al. (2000). Resultados semelhantes de IPP (1.279 dias) são descritos por Silveira et al. (2004) e para PIEP são relatados por Mercadante et al. (2000) e Yokoo et al. (2012). Os resultados médios para IPP e PIEP neste estudo indicam a necessidade da inclusão dessas características como critério de seleção neste rebanho.

As médias de perímetro escrotal padronizados aos 450 e 550 dias foram de 21,16 e 24,37 cm, respectivamente. Grossi et al. (2009) também utilizando animais da raça Nelore relataram medidas superiores para PE450 e PE550 (23,2 e 26,5 cm). A medida de perímetro escrotal ao sobreano (550 dias) ficou abaixo da amplitude de valores descritos na literatura 26 a 28,3 cm (Pereira et al., 2000; Forni & Albuquerque, 2005; e Boligon et al., 2007).

Para todas as análises, tanto unicaracter como bicaracter, houve a indicação de convergência das cadeias por meio da análise gráfica e pelo teste de diagnóstico de Geweke e de Heidelberger & Welch, realizados no programa R (R Development Core Team, 2012).

Nas Tabelas 2 e 3, estão apresentadas as estimativas *a posteriori* dos componentes de variância e de herdabilidade para as características ligadas a reprodução (Tabela 2) e características de carcaça (Tabela 3) e seus respectivos intervalos de credibilidade e região de alta densidade ao nível de 95%, obtidas em análises unicaracter.

Os valores dos intervalos de credibilidade e região de alta densidade de cada parâmetro estimado estão muito próximos um do outro, sendo coincidentes para alguns, indicando que existe simetria nas distribuições *a posteriori* de todos os parâmetros estimados.

Na Tabela 4, estão apresentadas as estimativas *a posteriori* dos parâmetros genéticos para IPP, PIEP, PE450, PE550, PESO, AOL, EG e EGP8 e seus respectivos intervalos de credibilidade ao nível de 95% em análises bicaracter.

Tabela 2 - Estimativas dos componentes de (co)variância e herdabilidade ( $h^2$ ) para as características reprodutivas, idade ao primeiro parto (IPP), primeiro intervalo entre partos (PIEP), perímetro escrotal aos 450 e 550 dias (PE450 e PE550) e seus respectivos intervalos de credibilidade e região de alta densidade, em nível de 95%, obtidas em análises unicaracter

Características	Parâmetros	Médias	Desvio Padrão	Intervalo de credibilidade	Região de alta densidade
IPP	$\sigma_a^2$	56.390	2.516	51.550 – 61.350	51.477 – 61.264
	$\sigma_e^2$	18.040	1.543	15.060 – 21.080	15.090 – 21.106
	$\sigma_f^2$	74.430	1.470	71.680 – 77.410	71.652 – 77.360
	$h^2$	0,75	0,02	0,71 – 0,80	0,71 – 0,80
PIEP	$\sigma_a^2$	6.520	632,58	5.337 – 7.824	5.294 – 7.761
	$\sigma_e^2$	15.170	525,41	14.127 – 16.200	14.137 – 16.206
	$\sigma_f^2$	21.690	394,27	20.942 – 22480	20.929 – 22.469
	$h^2$	0,30	0,02	0,25 – 0,35	0,24 – 0,35
PE450	$\sigma_a^2$	2,55	0,18	2,19 – 2,93	2,19 – 2,92
	$\sigma_e^2$	3,91	0,13	3,63 – 4,18	3,63 – 4,18
	$\sigma_f^2$	6,46	0,10	6,26 – 6,69	6,25 – 6,68
	$h^2$	0,39	0,02	0,34 – 0,44	0,34 – 0,44
PE550	$\sigma_a^2$	4,16	0,26	3,65 – 4,67	3,66 – 4,69
	$\sigma_e^2$	4,30	0,18	3,94 – 4,68	3,93 – 4,67
	$\sigma_f^2$	8,47	0,14	8,19 – 8,75	8,18 – 8,74
	$h^2$	0,49	0,02	0,43 – 0,54	0,44 – 0,54

$\sigma_a^2$  = variância genética aditiva,  $\sigma_e^2$  = variância residual,  $\sigma_f^2$  = variância fenotípica e  $h^2$  = herdabilidade.

Nota-se que, quando comparadas as herdabilidades obtidas na estimação unicaracter e bicaracter (Tabela 4), para as mesmas características, houve aumento da estimação desse parâmetro quando da utilização de modelos bicarater; o que era esperado, porque segundo Eler et al. (1996) esses modelos consideram as correlações entre as características de modo a aumentar a acurácia da predição do valor genético, sendo que, nesse estudo, essa afirmação foi válida para análise de todas as características, exceto a idade ao primeiro parto e primeiro intervalo entre partos. Magnabosco et al. (2009) ao se deparar com a mesma situação, relatou que análises envolvendo mais de uma característica simultaneamente apresentam maiores acurácias das predições dos valores genéticos em decorrência das informações adicionais incorporadas, sobretudo, pelos componentes de (co)variâncias entre as características.

Tabela 3 - Estimativas dos componentes de (co)variância e herdabilidade ( $h^2$ ) para as características de carcaça, peso, área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura medida entre as 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas (EG), espessura de gordura medida na garupa (EGP8) e seus respectivos intervalos de credibilidade e região de alta densidade, em nível de 95%, obtidas em análises unicaracter

Características	Parâmetros	Médias	Desvio Padrão	Intervalo de credibilidade	Região de alta densidade
PESO	$\sigma_a^2$	768,63	57,77	660,82 – 887,75	658,40 – 884,55
	$\sigma_e^2$	1.442,16	45,34	1353 – 1531	1353 – 1530
	$\sigma_f^2$	2.210,80	37,27	2.139 – 2.284	2.141 – 2.285
	$h^2$	0,34	0,02	0,30 – 0,39	0,30 – 0,39
AOL	$\sigma_a^2$	22,70	1,78	19,40 – 26,38	19,34 – 26,31
	$\sigma_e^2$	32,51	1,32	29,87 – 35,09	29,98 – 35,17
	$\sigma_f^2$	55,22	0,98	53,36 – 57,22	53,42 – 57,26
	$h^2$	0,41	0,02	0,35 – 0,46	0,35 – 0,46
EG	$\sigma_a^2$	0,06	0,01	0,05 – 0,07	0,05 – 0,07
	$\sigma_e^2$	0,25	0,01	0,24 – 0,26	0,24 – 0,26
	$\sigma_f^2$	0,31	0,01	0,30 – 0,32	0,30 – 0,32
	$h^2$	0,20	0,02	0,15 – 0,24	0,15 – 0,23
EGP8	$\sigma_a^2$	0,17	0,02	0,14 – 0,20	0,14 – 0,20
	$\sigma_e^2$	0,40	0,01	0,37 – 0,42	0,37 – 0,42
	$\sigma_f^2$	0,57	0,01	0,55 – 0,59	0,55 – 0,59
	$h^2$	0,29	0,03	0,24 – 0,35	0,24 – 0,35

$\sigma_a^2$  = variância genética aditiva,  $\sigma_e^2$  = variância residual,  $\sigma_f^2$  = variância fenotípica e  $h^2$  = herdabilidade.

Assumindo o critério de Bourdon (1997), que considera as estimativas de herdabilidade como moderada a amplitude de 0,20 a 0,39 e alta se acima de 0,40, a característica IPP apresentou herdabilidade alta,  $0,75 \pm 0,02$  e região de alta densidade de 0,71 a 0,80, indicando que existe variabilidade genética para essa característica nesse rebanho (Tabela 2). Estimativas de herdabilidade para IPP encontradas na literatura geralmente são baixas (Pereira et al., 2000 e 2001; Talhari et al., 2003; Gressler et al., 2000; Boligon et al. 2007 e 2010), porém encontram também estimativas moderadas (Mercadante et al., 2000; Yokoo, 2009; Dias et al., 2003). A alta herdabilidade obtida para IPP nesse estudo deve ser atribuída à maneira com que essa característica foi estudada, à minuciosa coleta de dados que ocorreu apenas em uma propriedade, a inclusão de todas as fêmeas do rebanho e a não formação de grupos contemporâneos, portanto todos os animais tinham condições semelhantes de criação (alimentação,

manejo e clima) o que pode ter diminuído a influência desses fatores na estimação da herdabilidade. Segundo Mercadante et al. (2000) e Dias et al. (2004) a inclusão de todas as fêmeas nascidas no rebanho e não só as que foram colocadas em reprodução, proporciona aumento da variabilidade genética para IPP e que a inclusão de ano e estação do parto na formação de grupos contemporâneos provavelmente diminuiu parte da variação genética existente para IPP, prejudicando a estimação da herdabilidade.

A estimativa de herdabilidade de PIEP apresentou magnitude moderada com valor médio de 0,29 e intervalo de credibilidade e região de alta densidade de 0,24 a 0,35 (Tabela 4). Resultados semelhantes foram relatados por Campello et al. (1999) e Silveira et al. (2004).

As características PE450 e PE550 apresentaram herdabilidades altas, 0,66 e 0,74, respectivamente, corroborando com resultados de Boligon et al. (2007), Magnabosco et al. (2009) e Pereira et al. (2010).

Os valores obtidos neste estudo para as estimativas de herdabilidade da área de olho de lombo, espessura de gordura medida na 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, EGP8 e PESO, foram coerentes com os encontrados na literatura para bovinos da raça Nelore (Figueiredo et al., 2000; Albuquerque & Oliveira, 2002; Barbosa, 2005; Magnabosco et al., 2006 & 2009; Yokoo et al., 2008 & 2009) e apresentaram herdabilidades altas (0,66, 0,74, 0,68 e 0,49, respectivamente) indicando que as variações dessas características se devem em grande parte aos genes de efeito aditivo, sendo a seleção, um instrumento efetivo para se obter mudanças genéticas nas populações para as características em questão.

As estimativas de correlações fenotípicas entre todas as características estudadas, foram sempre menores que as estimativas de correlações genéticas correspondentes, corroborando com Ferraz Filho et al. (2002).

As correlações genéticas entre IPP e as características de carcaça medidas por ultrassom foram próximas de zero. Comportamento semelhante foi encontrado para IPP e PE450 e PE550 dias, indicando que a seleção para essas características não promoverá mudanças na IPP. Esses resultados corroboram com os achados de Yokoo et al. (2009) e contradizem os resultados de Pereira et al. (2002) e Boligon et al. (2007), que encontraram correlações genéticas da IPP com PE550 negativas de média magnitude, o que indicaria que a seleção de reprodutores com maior perímetro escrotal, forneceria como resposta correlacionada a diminuição da idade ao primeiro parto.

Tabela 4 - Estimativas de herdabilidades (diagonal em negrito), correlação genética (acima da diagonal) e fenotípica (abaixo da diagonal) das características reprodutivas (IPP: idade ao primeiro parto, PIEP: primeiro intervalo entre partos, PE450 e PE550: perímetro escrotal padronizado aos 450 e 550 dias) e de carcaça (PESO: peso do animal, AOL: área de olho de lombo, EG: espessura de gordura medida entre as 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas e EGP8: espessura de gordura medida na garupa, entre o fílo e ísquio) de bovinos da raça Nelore em análises bicaracter

	IPP	PIEP	PE450	PE550	PESO	AOL	EG	EGP8
IPP	<b>*0,75±0,02</b>	-0,33±0,02	0,01±0,01	0,008±0,01	-0,11±0,05	-0,01±0,03	0,01±0,01	0,01±0,01
	<b>**0,70 - 0,79</b>	-0,39 - -0,28	-0,01 - 0,05	-0,02 - 0,04	-0,22 - 0,0001	-0,07 - 0,04	-0,01 - 0,03	-0,01 - 0,03
PIEP	-0,16±0,01	<b>0,29±0,02</b>	-0,15±0,06	-0,08±0,06	0,02±0,06	0,02±0,04	0,01±0,01	0,01±0,01
	-0,19 - -0,14	<b>0,24 - 0,35</b>	-0,24 - 0,009	-0,21 - 0,03	-0,10 - 0,15	-0,06 - 0,12	-0,01 - 0,03	-0,01 - 0,04
PE450	0,01±0,01	-0,03±0,02	<b>0,66±0,02</b>	0,94±0,006	0,64±0,01	0,64±0,02	0,35±0,03	0,36±0,03
	-0,01 - 0,04	-0,08 - 0,003	<b>0,64 - 0,69</b>	0,92 - 0,95	0,60 - 0,67	0,60 - 0,69	0,28 - 0,42	0,29 - 0,44
PE550	0,007±0,01	-0,03±0,02	0,71±0,006	<b>0,74±0,02</b>	0,73±0,01	0,68±0,02	0,42±0,03	0,39±0,03
	-0,02 - 0,03	-0,07 - 0,01	0,69 - 0,72	<b>0,71 - 0,77</b>	0,70 - 0,75	0,64 - 0,72	0,36 - 0,49	0,32 - 0,45
PESO	-0,05±0,02	0,007±0,02	0,36±0,01	0,47±0,01	<b>0,49±0,02</b>	0,92±0,005	0,43±0,01	0,47±0,01
	-0,11 - 0,0006	-0,03 - 0,04	0,33 - 0,38	0,44 - 0,49	<b>0,45 - 0,52</b>	0,91 - 0,93	0,41 - 0,46	0,44 - 0,50
AOL	-0,01±0,02	0,01±0,03	0,32±0,01	0,39±0,01	0,73±0,005	<b>0,66±0,02</b>	0,65±0,01	0,63±0,02
	-0,05 - 0,03	-0,02 - 0,05	0,29 - 0,35	0,36 - 0,41	0,72 - 0,75	<b>0,62 - 0,70</b>	0,61 - 0,69	0,58 - 0,67
EG	0,009±0,01	0,005±0,007	0,12±0,01	0,16±0,01	0,28±0,01	0,33±0,01	<b>0,74±0,02</b>	0,93±0,006
	-0,01 - 0,02	-0,008 - 0,02	0,10 - 0,15	0,13 - 0,18	0,26 - 0,30	0,30 - 0,35	<b>0,72 - 0,75</b>	0,92 - 0,95
EGP8	0,01±0,01	0,007±0,008	0,13±0,01	0,16±0,01	0,30±0,01	0,04±0,002	0,61±0,007	<b>0,68±0,02</b>
	-0,009 - 0,03	-0,008 - 0,02	0,10 - 0,16	0,13 - 0,19	0,28 - 0,33	0,04 - 0,05	0,59 - 0,63	<b>0,65 - 0,70</b>

\*Estimativas a *posteriori* da média ± desvio padrão; \*\* Estimativas a *posteriori* do intervalo de credibilidade a 95%.

Houve baixa associação genética negativa ( $-0,33 \pm 0,02$ ) entre IPP e PIEP, indicando que animais que apresentaram maiores idades ao primeiro parto apresentam menores intervalos entre o primeiro e o segundo partos, o que já era esperado, animais mais precoces ao primeiro parto ainda estão em forte crescimento corporal quando se deparam com aumento repentino na exigência nutricional trazida pela produção de leite logo após o parto, o que acarreta diminuição na condição corporal prejudicando o rápido retorno a vida reprodutiva.

As correlações genéticas entre PIEP e todas as características estudadas ficaram próximas de zero e corroboram com os resultados descritos por Yokoo et al. (2012).

Correlações genéticas altas ( $0,92 \pm 0,005$ ,  $0,93 \pm 0,006$  e  $0,94 \pm 0,006$ ) foram encontradas entre as características AOL e PESO, EG e EGP8 e entre PE450 e PE550, respectivamente. Esses resultados indicam que essas características são determinadas, em grande parte, pelos mesmos conjuntos de genes de ação aditiva e que a seleção de uma trará, simultaneamente, progresso genético para a outra.

Diante da alta correlação encontrada para EGP8 e EG, em programas de seleção que objetivam melhorar o acabamento de carcaça, a indicação é que apenas EGP8 deva ser incluída como critério de seleção, pois segundo Faria et al. (2009) a espessura de gordura medida na garupa é uma característica interessante para animais criados em pastagem por ter deposição mais precoce que a gordura nas costelas e por possuir melhor acurácia e repetibilidade de mensuração em comparação à EG.

As espessuras de gordura medida entre as 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas e EGP8 apresentaram correlações genéticas de baixas magnitudes (0,35 a 0,39) com perímetro escrotal aos 450 e 550 dias; valores ainda mais baixos (0,06 e 0,09) são relatados por Magnabosco et al. (2009) que correspondem com os resultados obtidos por Yokoo (2009). Ainda para as características PE450 e PE550 foram obtidas correlações moderadas a altas com PESO (0,64 e 0,73) e área de olho de lombo (0,64 e 0,68). Esses resultados indicam que a seleção para qualquer dessas características terá resposta correlacionada na mesma direção na outra, porém Robertson (1959) sugeriu que, quando a correlação genética entre duas características for abaixo de 0,80, ambas devem ser consideradas nos programas de seleção.

A inclusão de PE450 e PE550 como critério de seleção não acarretam ganho genético na precocidade sexual e as associações genéticas dessas características com peso assintótico devem ser motivo de investigação, visto que, a inclusão dessas

características como critério de seleção pode acarretar aumento indesejável do peso adulto que está diretamente associado ao acabamento tardio.

### **Conclusões**

Todas as características estudadas apresentaram altas herdabilidades, exceto o primeiro intervalo entre partos que apresentou magnitude moderada para este parâmetro genético, devendo portanto responderem à seleção.

A seleção direta para área de olho de lombo permite a obtenção de ganho genético para peso e, a longo prazo, para perímetro escrotal aos 450 e 550 dias e espessura de gordura nas costelas e na garupa.

Animais mais precoces ao primeiro parto tendem a apresentar maiores intervalos entre o primeiro e segundo partos.

### **Agradecimentos**

À Empresa Guaporé pecuária marca OB, à Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP) e Aval serviços tecnológicos, por disponibilizar o banco de dados. À Universidade do Estado de Mato Grosso, pela licença para qualificação; à Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Mato Grosso, pela bolsa de estudos concedida e ao programa de pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

### Literatura Citada

- ALBUQUERQUE, L.G.; OLIVEIRA, H.N. Genetic parameter estimates for ultrasound measurements and visual scores in Nelore cattle. In: ANNUAL MEETING OF THE EAAP, 53., 2002, Cairo. **Proceedings...** Cairo: EAAP, 2002. (CD-ROM).
- ALENCAR, M.M.; BARBOSA, R.T.; NOVAES, A.P. Características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore e cruzadas ½ Canchim + ½ Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.960-967, 1999.
- BARBOSA, V. **Inferência bayesiana no estudo genético quantitativo de características de carcaça, utilizando a técnica de ultra-sonografia, e suas relações com o peso e perímetro escrotal, em novilhos da raça Nelore.** 2005. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.
- BERGMANN, J.A.G. 1993. Melhoramento genético da eficiência reprodutiva em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.1, n.4, p.70-86, 1993.
- BOLEMAN, S.L.; BOLEMAN, S.J.; MORGAN, W.W.; HALE, D.S.; GRIFFIN, D.B.; SAVELL, J.W.; AMES, R.P.; SMITH, M.T.; TATUM, J.D.; FIELD, T.G.; SMITH, G.C.; GARDNER, B.A.; MORGAN, J.B.; NORTHCUTT, S.L.; DOLEZAL, H.G.; GILL, D.R.; RAY, F.K. National Beef Quality Audit-1995: survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 96-103, 1998.
- BOLIGON, A.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; MERCADANTE, M.E.Z.; LOBO, R.B. Study of relations among age at first calving, average weight gains and weights from weaning to maturity in Nelore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p. 746-751, 2010.
- BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N.; ALBUQUERQUE, L.G. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p. 566-571, 2007.
- BOURDON, R. M. **Understanding animal breeding.** New Jersey: Colorado State University, 523p., 1997.
- CAMPELLO, C.C.; MARTINS FILHO, R.; LOBO, R.N.B. Intervalos de parto e fertilidade real em vacas Nelore no estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.474-479, 1999.
- DIAS L.T.; EL FARO L.; ALBUQUERQUE L.G. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça Nelore. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.32, n.6, p.1878- 1882, 2003.
- DIAS, L.T.; EL FARO, L.; 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**, v.56, n.3, p.370- 373, 2004.

- 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**, v. 48, n.3, p. 203-213, 1996.
- FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; ALBUQUERQUE, L.G.; BEZERRA, L.A.F.; LOBO, R.B. Estimativas de correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassonografia em bovinos Nelore utilizando modelos bayesianos linear-limiar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p. 2144-2151, 2009.
- 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**, v. 7, n.1, p. 65-69, 2002.
- FIGUEIREDO, L.G.G.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. et al. Componentes de variância para área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 3., 2000, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBMA, 2000. p.385-387.
- 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**, v.83, p.1511- 1515, 2005.
- GRESSLER, L.S.; BERGMANN, J.A.G.; PEREIRA, C.S. et al. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.427-437, 2000.
- GROSSI, D.A.; VENTURINI, G.C.; PAZ, C.C.P.; BEZERRA, L.A.F.; LOBO, R.B.; OLIVEIRA, J.A.; MUNARI, D.P. Genetic associations between age at first calving and heifer body weight and scrotal circumference in Nelore cattle. **Journal Animal Breeding Genetics**, v. 126, p. 387-393, 2009.
- MAGNABOSCO, C.U.; BARBOSA, V.; FARIA, C.U.; LOPES, D.T.; VIU, M.A.O.; MAMEDE, M.M.S.; LÔBO, R.B. **Estudo genético quantitativo de características de carcaça medidas por ultrassom e perímetro escrotal utilizando inferência bayesiana em novilhos Nelore**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento 247. Embrapa Cerrados, Planaltina – DF, 2009.
- MAGNABOSCO, C.U.; SAINZ, R.D.; FARIA, C.U.; YOKOO, M.J.; MANICARDI, F.; BARBOSA, V.; GUEDES, C.; LEME, P.R.; PEREIRA, A.; ARAUJO, F.R.C.; SANCHES, A.C.; LOBO, R.B. Avaliação genética e critérios de seleção para características de carcaça em zebuínos: relevância econômica para mercados globalizados. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG, 2006. p.239-271.
- MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO R.B.; OLIVEIRA, H.R. Estimativas de (co)variâncias entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.4, p. 997-1004, 2000.
- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; COSTA, F.A.A.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética da idade ao primeiro parto e do perímetro escrotal em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 53, n. 1, 2001.

- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.5, p.703-708, 2002.
- 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**, v.29, n.6, p.1676-1683, 2000.
- PEREIRA, M.C.; YOKOO, M.J.; GIGNARDI, A.B.; SEZANA, J.C.; ALBUQUERQUE, L.G. Altura da garupa e sua associação com características reprodutivas e de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.6, p. 613-620, 2010.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2012). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- ROBERTSON, A. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. **Biometrics**, v.15, p.469-485, 1959.
- SILVEIRA, J.C.; McMANUS, C.; MASCIOLI, A.S. et al. Fatores ambientais e parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas em um rebanho no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1432-1444, 2004.
- TALHARI, F.M.; ALENCAR, M.M.; MASCIOLI, A.S. Correlações genéticas entre características produtivas de fêmeas em um rebanho da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.880-886, 2003.
- VAN TASSEL, C.P.; VAN VLECK, L.D. **A manual for use of MTGSAM – A set of fortran programs to apply Gibbs Sampling to animal models for variance component estimation**. U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 1996.
- YOKOO, M.J. **Análise Bayesiana da área de olho do lombo e da espessura de gordura obtidas por ultrassom e suas associações com outras características de importância econômica na raça Nelore**, 2009. 84p. Tese (Doutorado em genética e melhoramento animal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009.
- YOKOO, M.J.; ALBUQUERQUE, L.G.; LOBO, R.B. et al. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livestock Science**, v.117, p.147-154, 2008.
- YOKOO, M.J.; MAGNABOSCO, C.U.; ROSA, G.J.M; LOBO, R.B.; ALBUQUERQUE, L.G. Características reprodutivas e suas associações com outras características de importância econômica na raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n.1, p.91-100, 2012.
- YOKOO, M.J.; WERNECK, J.N.; PEREIRA, M.C; ALBUQUERQUE, L.G; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R.D; LOBO, R.B.; ARAUJO, F.R.C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.2, p.197-202, 2009.

## IV - ARTIGO II

### **Interação genótipo x ambiente em características de carcaça em um rebanho da raça Nelore**

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi verificar a existência de interação genótipo x ambiente (IGA) para características de carcaça em duas estações de nascimento durante o ano e as possíveis modificações na classificação de reprodutores em rebanho de bovinos Nelore. Foram analisadas medidas de carcaça, peso (PESO1 e 2), área de olho de lombo (AOL1 e 2), espessura de gordura subcutânea (EG1 e 2) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP81 e 2) de 8.997 animais filhos de 348 e 5.260 diferentes touros e matrizes, respectivamente. Os dados foram analisados por meio de inferência Bayesiana, sendo que o PESO, AOL, EG e EGP8, de animais nascidos no primeiro e segundo semestre dos anos de 2000 a 2010 foram tratadas como características diferentes. O modelo animal utilizado considerou somente o efeito genético aditivo direto e residual como aleatórios e incluiu quatro efeitos ambientais identificáveis para todas as características analisadas sendo eles sexo, mês, ano de nascimento e manejo de criação. A idade foi incluída como covariável assumindo efeito quadrático. As herdabilidades das características de animais nascidos no primeiro semestre (AOL1, EG1, EGP81 e PESO1) foram altas, 0,75, 0,65, 0,73 e 0,76, respectivamente, e foram superiores às encontradas para as características medidas nos animais nascidos no segundo semestre, 0,45, 0,23, 0,33 e 0,36, respectivamente. Todas as correlações genéticas entre as mesmas características, considerando animais nascidos nas duas diferentes estações do ano foram próximas da nulidade (0,08 a 0,19) com intervalo de credibilidade variando de -0,08 a 0,34, indicando a existência da IGA. Após seleção de 10 touros que mais tiveram progênie no rebanho trabalhado, observou-se que os melhores touros para as características de carcaça de animais nascidos no primeiro semestre não são necessariamente os mesmos para o segundo semestre.

**Palavras-chave:** avaliação genética, correlação genética, herdabilidade, inferência Bayesiana, ultrassom

#### **IV – Genotype x environment interaction on carcass traits in a Nellore herd**

**ABSTRACT** – The objective of this work was to verify the occurrence of genotype x environment interaction for carcass traits in two seasons during the year of birth and possible modifications of bulls classification in a Nellore herd of. Measures analyzed were carcass weight (W1 and 2), longissimus muscle area (LMA1 and LMA2), subcutaneous fat thickness (BF1 and BF2) and fat thickness on the rump (RF1 and RF2) of 8997 animals born from 348 and 5260 different bulls and cows, respectively. Data were analyzed using Bayesian inference, and the W, LMA, and BF and RF, of animals born in the first and second semester of each year were treated as a different trait. The animal model used considered only the direct and residual genetic effect and as random and included four environment fixed effects for all analyzed traits, being them sex, month, year of birth and management. Age was included as a covariate assuming quadratic effects. The heritability of the traits from animals born in the first semester (LMA1, BF1, RF1 and W1) were high were 0.75, 0.65, 0.73 and 0.76 respectively, and were higher than those found for the traits measured in animals born in the second semester. All genetic correlations between the same traits, considering animals born in the two different seasons were close to the nullity ranging from (0.08 to 0.19) with credibility interval ranging from -0.08 to 0.34 indicating the existence of genotype x environment interaction. After selection of 10 bulls that had more progeny in the herd worked, it was observed that the best bulls for carcass traits of animals born in the first semester are not necessary the same for the second semester.

**Key words:** Bayesian inference, genetic correlation, genetic evaluation, heritability, ultrasound

## Introdução

Considerada recente, o uso da tecnologia de ultrassonografia de carcaça no melhoramento genético animal no Brasil, ainda há muito estudos a ser realizados com o intuito de melhorar essa técnica. Um exemplo é a interação genótipo x ambiente (IGA) que nos principais programas de melhoramento genético de bovinos de corte em execução no país, a pressuposição comumente assumida nas avaliações genéticas é sua ausência, ou seja, as variâncias residuais e genéticas são consideradas constantes (Ribeiro et al., 2009).

De acordo com Paula et al. (2009) tanto a genética como o ambiente determinam a expressão das características de importância econômica em bovinos e alguns genótipos podem não se expressar da mesma maneira em diferentes ambientes em virtude da IGA.

Diferentes ambientes de criação em determinada propriedade são disponibilizados ao rebanho bovino que está em sistema de pastejo por causa da grande sazonalidade climática existente entre as estações do ano no Brasil. A medição da característica em diferentes períodos do ano (época de seca ou águas) pode levar a diferença na média das características de carcaça obtidas por ultrassonografia, pois essas características têm correlação variando de 0,40 a 0,68 com características de crescimento, que também sofrem influência direta da estação do ano (Yokoo, 2009).

A idade do animal ideal para a coleta dos dados de carcaça segundo o *Beef Improvement Federation* (BIF, 2002) nos Estados Unidos é de 12 meses para animais *bos taurus*, já os trabalhos publicados no Brasil com características de carcaça em Nelore (Barbosa et al., 2005; Yokoo et al., 2006; Yokoo, 2009 e Magnabosco et al., 2009) relatam medidas coletadas em idades próximas aos 18 meses, essa diferença é relatada em virtude da genética e as diferenças no sistema de criação dos animais.

Apesar da recomendação da utilização de estação reprodutiva como ferramenta de gestão com o objetivo de facilitar o manejo dos animais na bovinocultura de corte, analisando registros zootécnicos de propriedades e associações de criadores de bovinos no Brasil, encontram-se nascimentos pulverizados durante as diferentes épocas do ano

propiciando no momento da coleta dos dados de carcaça (primeiro ou segundo semestre do ano), animais com idade ideal para coleta em diferentes estados nutricionais, resultado das variações climáticas anteriormente mencionadas o que propicia a suspeita da existência de interação genótipo x ambiente.

A IGA quando não devidamente detectada, implica em predição aviesada dos valores genéticos, o que acarretaria na seleção incorreta de indivíduos em diferentes ambientes e como consequência pode ter a redução do progresso genético do rebanho.

A existência da IGA tem sido verificada em gado de corte para características de crescimento (Guidolin et al., 2012; Lopes et al., 2008; Mulder & Bijma, 2005; Toral et al., 2004) em cruzamentos (Teixeira et al., 2006) e apenas um trabalho realizado no Japão com bovinos Wagyu estimou a importância da IGA em características de carcaça (Ibi et al., 2005).

O objetivo desse trabalho foi verificar a existência de interação genótipo x ambiente para características de carcaça em duas estações de nascimento durante o ano e as possíveis modificações na classificação de reprodutores em um rebanho de bovinos Nelore.

## **Material e Métodos**

Foram utilizados dados de bovinos de corte da raça Nelore coletados na Fazenda Guaporé, pertencente à empresa Guaporé pecuária – marca OB que está localizada a 450 km de Cuiabá, em uma altitude de 256 metros (Latitude 15° 04' 17'' Sul e Longitude 59° 09' 12'' Oeste), no município de Pontes e Lacerda, sudoeste do Estado de Mato Grosso - Brasil.

O clima predominante é o tropical úmido, que compreende a estação chuvosa (outubro a maio) e no inverno a estação seca (junho a setembro), classificado segundo Köppen como Aw. A temperatura e pluviosidade média anual são de 25 °C e 1500 mm, respectivamente.

O rebanho da fazenda é participante do Programa de Melhoramento Genético Nelore Brasil da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP) que forneceu a genealogia dos 66.057 animais da matriz de parentesco.

O banco de dados utilizado nesse estudo, continha informações de carcaça medidas por ultrassonografia colhidas por um técnico devidamente treinado que utilizou

o equipamento Aloka 500V com sonda linear de 17,2 cm, 3,5 MHz e um acoplador acústico (*standoff*). Para a obtenção da imagem da área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EG), o transdutor foi colocado perpendicularmente à coluna vertebral, transversalmente sobre o músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, utilizando o *standoff*. Para a obtenção da imagem da espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), o transdutor foi colocado na intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris*, localizados entre o ílio e o ísquio. Durante a coleta dos dados de ultrassom, também foram tomados os pesos dos machos e fêmeas Nelore que apresentaram idade média de 20 meses, nascidos entre os anos de 2000 e 2010. A coleta das imagens de ultrassom foi realizada tanto no primeiro como segundo semestre do ano com o objetivo de medir as características de carcaça nos animais com idade próxima de 18 meses; portanto, animais que nasciam no primeiro semestre do ano foram medidos no segundo semestre, época de escassez de alimentos em virtude da seca, assim como os animais que nasciam no segundo semestre foram medidos no primeiro semestre do ano, época com melhor oferta de alimentos (período chuvoso).

Foram definidas duas estações de nascimento (primeiro semestre de 01/01 a 30/06 e segundo semestre de 01/07 a 31/12).

Para garantir a consistência das informações, o conjunto de dados original foi editado, com o uso do programa computacional R (R Development Core Team, 2012), sendo impostas restrições que eliminaram as observações inconsistentes.

Os dados foram analisados por análise bicaracter, considerando as medidas dos animais nascidos em cada um dos semestres do ano como característica diferente.

Após a aplicação das restrições o conjunto de dados permaneceu com as medidas de carcaça de 8.997 animais filhos de 348 e 5.260 diferentes touros e matrizes, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição do arquivo de dados de bovinos da raça Nelore utilizados nesse estudo

Característica	Número de Machos	Número de Fêmeas	Número de Touros	Número de Matrizes
AOL1	1.619	120	229	1.399
AOL2	6.805	367	324	4.564
EG1	1.622	120	229	1.399
EG2	6.809	367	324	4.564
EGP81	1.619	121	229	1.399
EGP82	6.783	367	324	4.564
PESO1	1.629	122	229	1.399
PESO2	6.872	369	324	4.564
Total	8.506	491	348	5.260

AOL1 e AOL2: área de olho de lombo de animais nascidos no primeiro e segundo semestres; EG1 e EG2: espessura de gordura medida entre as 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas de animais nascidos no primeiro e segundo semestres; EGP81 e EGP82: espessura de gordura medida na garupa, entre o fíio e ísquio de animais nascidos no primeiro e segundo semestres; PESO1 e PESO2: peso no momento do ultrassom de animais nascidos no primeiro e segundo semestres, respectivamente.

Para a estimação dos componentes de (co)variâncias e dos parâmetros genéticos de todas as características analisadas, foi utilizada a abordagem Bayesiana, pelo método de amostragem de Gibbs do programa MTGSAM (*Multiple Trait Gibbs Sampling in Animal Models*) desenvolvido por Van Tassel & Van Vleck (1996).

O modelo animal proposto considerou somente o efeito genético aditivo direto e residual como aleatórios e incluiu quatro efeitos ambientais identificáveis para todas as características analisadas sendo eles sexo, mês, ano de nascimento e manejo de criação. A idade foi incluída como covariável assumindo efeito quadrático. Optou-se pela não formação dos grupos contemporâneos, pois os animais eram pertencentes a uma só fazenda. O modelo na sua forma:

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

em que:

$y$  = vetor de observações;

$\beta$  = vetor de efeitos ambientais identificáveis;

$a$  = vetor de valores genéticos diretos;

$X$  e  $Z$  = são matrizes de incidência dos efeitos ambientais identificáveis e genéticos diretos, respectivamente;

$e$  = vetor dos efeitos residuais, associados aos vetores  $Y$ .

Foi assumido que os vetores  $y$ ,  $a$  e  $e$  possuem distribuição conjunta normal multivariada:

$$\begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} \sim NMV \left\{ \begin{bmatrix} X\beta \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} ZGZ'+R & ZG & R \\ GZ' & G & 0 \\ R & 0 & R \end{bmatrix} \right\}$$

em que,  $G$  é a matriz de (co)variâncias genéticas dada por  $G_o \otimes A$ , sendo  $A$  a matriz de parentesco entre os animais e  $G_o$  a matriz de (co)variâncias genéticas entre as características,  $R$  é a matriz de (co)variâncias residuais dada por  $R_o \otimes I$ , sendo  $I$  a matriz identidade de ordem igual ao número de animais e  $R_o$  a matriz de (co)variâncias residuais entre as características, como segue:

$$G_o = \begin{bmatrix} \sigma_{a_1}^2 & \sigma_{a_1 a_2} \\ \sigma_{a_2 a_1} & \sigma_{a_2}^2 \end{bmatrix} \quad R_o = \begin{bmatrix} \sigma_{e_1}^2 & \sigma_{e_1 e_2} \\ \sigma_{e_2 e_1} & \sigma_{e_2}^2 \end{bmatrix}$$

Para os valores *a priori* das (co)variâncias aditivas e residuais foram utilizadas distribuições não informativas (não refletindo conhecimento prévio do parâmetro). Foi assumida uma distribuição uniforme *a priori* para os efeitos ambientais identificáveis e para os componentes de variância, a distribuição Wishart invertida.

Foram geradas cadeias de Gibbs de 1.000.000 de iterações, com descarte inicial de 20% e intervalo de amostragem de 50 iterações, sendo obtidas ao final 16.000 amostras dos componentes de (co)variância para cada análise.

A monitoração da convergência das cadeias geradas pelo amostrador de Gibbs foi feita por meio de análise gráfica e pela utilização dos testes de diagnósticos de Geweke e de Heidelberger & Welch, disponíveis no pacote CODA (*Convergence Diagnosis and Output Analysis*), implementado no programa R (R Development Core Team, 2012).

Foram construídos os intervalos de credibilidade para as correlações genéticas estimadas entre as características de animais nascidos no primeiro e segundo semestres, em nível de 95%.

A existência ou não de IGA foi avaliada por meio das correlações genéticas entre as medidas de carcaça obtidas de animais nascidos no primeiro e segundo semestres.

Analisado o arquivo de genealogia, foram selecionados dez reprodutores que apresentaram maior número de progênes e que possuíam filhos nascidos nas duas estações de nascimento. Com base nos seus valores genéticos preditos esses animais foram classificados e em seguida foi calculada a correlação de Spearman entre suas classificações. Também foram calculadas as correlações de Pearson entre os valores genéticos preditos dos 66.057 animais avaliados.

## Resultados e Discussão

As estatísticas descritivas das características medidas em machos e fêmeas, de animais nascidos no primeiro e segundo semestre utilizadas neste estudo, estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Estatísticas descritivas das características de carcaça de bovinos da raça Nelore nascidos no primeiro e segundo semestres dos anos de 2000 a 2010

Característica	Média dos Machos	Média das Fêmeas	Média Total	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
AOL1 (cm <sup>2</sup> )	45,32	46,38	45,39	7,85	98,24	22,09
AOL2 (cm <sup>2</sup> )	48,61	52,95	48,84	8,29	114,1	21,53
EG1 (mm)	1,84	2,10	1,86	0,71	9,60	0,15
EG2 (mm)	2,18	2,66	2,21	0,80	11,7	0,40
EGP81 (mm)	2,07	2,43	2,10	0,88	11,6	0,13
EGP82 (mm)	2,55	3,06	2,57	0,92	12,1	0,40
PESO1 (kg)	310	305	310	50,63	706	200
PESO2 (kg)	323	348	325	49,71	852	156

AOL1 e AOL2: área de olho de lombo de animais nascidos no primeiro e segundo semestres; EG1 e EG2: espessura de gordura medida entre as 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas de animais nascidos no primeiro e segundo semestres; EGP81 e EGP82: espessura de gordura medida na garupa, entre o ílio e ísquio de animais nascidos no primeiro e segundo semestres; PESO1 e PESO2: peso no momento do ultrassom de animais nascidos no primeiro e segundo semestres respectivamente.

Pode-se observar que todas as medidas de animais nascidos no segundo semestre são maiores que as obtidas de animais nascidos no primeiro semestre. Isso pode ser explicado pela mensuração da característica ocorrer quando os animais apresentavam média de idade de 20 meses, ocorrendo então no primeiro semestre do ano, ocasião em que os animais estão com melhor oferta de alimentos, haja vista que na região em que foram criados é época de transição da estação chuvosa para início do período de seca. Outro fator que chama atenção é que todas as mensurações em fêmeas (exceto PESO1) resultaram em médias superiores aos machos e é explicada pelas diferenças no manejo alimentar a que foram submetidas; quando não suplementadas a pasto, as fêmeas eram provenientes de confinamento, já os machos permaneciam apenas em pastagens (Tabela 2).

A média *a posteriori* das herdabilidades das características de animais nascidos no primeiro semestre foram altas segundo o critério de Bourdon (1997) com valores de 0,75, 0,65, 0,73 e 0,76, respectivamente, e foram superiores às encontradas para as características medidas nos animais nascidos no segundo semestre (EG2, EGP82 e PESO2) que apresentaram médias moderadas 0,23, 0,33 e 0,36 (Tabela 3). Apenas a característica AOL2 apresentou herdabilidade alta de 0,45, mesmo assim inferior a estimada para AOL1. As maiores estimativas de herdabilidade das características de animais nascidos no primeiro semestre possivelmente se deve ao fato que normalmente os candidatos a seleção são animais nascidos no segundo semestre. Todas as médias *a posteriori* das correlações genéticas entre as mesmas características, porém de animais nascidos nas duas diferentes estações do ano foram próximas da nulidade variando de (0,08 a 0,19) com intervalo de credibilidade variando de -0,08 a 0,34 indicando a existência da interação genótipo x ambiente. Segundo o critério de Robertson (1959), existe interação genótipo x ambiente, quando a correlação genética para a mesma característica em ambientes diferentes é inferior a 0,80.

Tabela 3. Estimativas dos componentes de (co)variância e herdabilidade ( $h^2$ ) para as características de carcaça obtidas de animais nascidos no primeiro e segundo semestres dos anos de 2000 a 2010

Característica	Variância genética	Variância residual	$h^2$	Correlação genética	IC <sub>r</sub>
AOL1	36,06	11,62	0,75	0,12	-0,03 _ 0,28
AOL2	23,31	27,59	0,45		
EG1	0,21	0,11	0,65	0,08	-0,08 _ 0,25
EG2	0,07	0,24	0,23		
EGP81	0,47	0,17	0,73	0,19	0,03 _ 0,34
EGP82	0,18	0,36	0,33		
PESO1	1793	539	0,76	0,13	-0,005 _ 0,28
PESO2	706	1241	0,36		

\*  $h^2$ : herdabilidade; IC<sub>r</sub>: Intervalo de credibilidade da correlação genética em nível de 95%.

As correlações de Pearson entre os valores genéticos preditos de todos os animais avaliados, assim como as correlações de Spearman dos dez touros escolhidos por serem pais de 22% da população em estudo, para AOL e EG nos dois diferentes semestres foram baixas (Tabela 4), assim como as encontradas para EGP81 e EGP82 e PESO1 e PESO2 quando aplicadas correlações de Pearson, evidenciando diferenças nessas características em função do semestre de nascimento do animal, o que caracteriza a manifestação da IGA. Apenas as correlações de Spearman entre EGP81 e EGP82 e PESO1 e PESO2 se apresentaram moderadas. Porém nenhum dos métodos utilizados apresentou correlação alta  $\geq 0,80$ . Esses resultados suportam a hipótese de que os animais avaliados não apresentam o mesmo desempenho quando do nascimento no primeiro ou segundo semestre do ano, tornando importante a inclusão da estação de nascimento do animal na realização da avaliação genética de animais de reprodução. Toral et al (2004) encontraram também evidências de IGA para os pesos indicadores de desenvolvimento ponderal de bovinos Nelore quando estudaram animais criados em diferentes microrregiões do estado de Mato Grosso do Sul.

Tabela 4. Correlações de Pearson entre os valores genéticos preditos dos 66.057 animais avaliados e correlações de Spearman entre a classificação dos 10 touros para as características estudadas de animais nascidos nos dois diferentes semestres do ano

Características		Correlação de Pearson	Correlação de Spearman
AOL1	AOL2	0,24	0,45
EG1	EG2	0,15	0,36
EGP81	EGP82	0,34	0,64
PESO1	PESO2	0,39	0,58

AOL1 e AOL2: área de olho de lombo de animais nascidos no primeiro e segundo semestres; EG1 e EG2: espessura de gordura medida entre as 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas de animais nascidos no primeiro e segundo semestres; EGP81 e EGP82: espessura de gordura medida na garupa, entre o ílio e ísquio de animais nascidos no primeiro e segundo semestres; PESO1 e PESO2: peso no momento do ultrassom de animais nascidos no primeiro e segundo semestres respectivamente.

Na Tabela 5, encontram os dez touros que deixaram maior número de progênes no rebanho e que possuíam filhos nascidos nas duas estações de nascimento. Pode-se observar que apenas os animais 31.287 e 107 permaneceram na mesma classificação para AOL nas duas estações de nascimento; também não sofreram mudanças os animais 4.450, para EG; 62 e 4.450 para EGP8 e os touros 31.287 e 10 para PESO. Mesmo não sofrendo alteração em sua classificação, dentre os dez animais escolhidos, em relação ao rebanho total o animal 31.287 é TOP 0,24% para AOL1 e 9,01% para AOL2 evidenciando a diferença de 8,77% que corresponde a 5.793

Tabela 5. Classificação (entre os dez reprodutores), número de filhos e percentil (TOP) dos dez touros escolhidos em relação ao rebanho total avaliado para as características estudadas de animais nascidos nas duas estações de nascimento

Touro	N. de Filhos	Classificação		TOP (%)		Classificação		TOP (%)		Classificação		TOP (%)		Classificação		TOP (%)	
		AOL1	AOL2	AOL1	AOL2	EG1	EG2	EG1	EG2	EGP81	EGP82	EGP81	EGP82	PESO1	PESO2	PESO1	PESO2
<b>31287</b>	1172	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,24</b>	<b>9,01</b>	6	7	50,80	54,38	9	6	57,53	52,79	<b>1</b>	<b>1</b>	30,15	26,76
99	1185	2	5	5,37	30,50	1	4	45,62	50,00	1	2	46,02	50,00	4	8	42,07	57,53
<b>107</b>	1003	<b>3</b>	<b>3</b>	14,01	19,49	4	3	50,00	49,60	4	7	48,80	53,19	5	7	43,64	50,80
<b>62</b>	1123	4	9	<b>35,20</b>	<b>97,13</b>	10	9	61,79	51,99	<b>10</b>	<b>10</b>	64,06	54,78	9	10	55,57	70,19
26625	1849	5	6	37,45	51,20	3	6	48,40	54,38	2	1	47,21	46,81	3	2	41,68	28,43
<b>4450</b>	1992	6	8	39,36	88,30	<b>2</b>	<b>2</b>	48,40	49,60	<b>3</b>	<b>3</b>	48,40	51,99	2	3	39,74	40,90
27923	1018	7	2	51,20	16,35	7	10	51,20	54,38	8	5	56,75	52,79	8	4	55,17	45,22
<b>10</b>	2981	8	4	64,80	26,43	9	5	55,17	50,00	7	4	56,75	52,79	<b>6</b>	<b>6</b>	43,64	46,41
138	1006	9	10	92,22	97,19	5	8	50,00	51,99	6	8	55,17	54,38	7	9	49,60	51,60
4443	1071	10	7	98,81	71,90	8	1	53,98	48,40	5	9	54,78	53,98	10	5	57,93	45,67
Média	1440			43,87	50,75			51,54	51,47			53,55	52,35			45,92	46,35

AOL1 e AOL2: área de olho de lombo de animais nascidos no primeiro e segundo semestres; EG1 e EG2: espessura de gordura medida entre as 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas de animais nascidos no primeiro e segundo semestres; EGP81 e EGP82: espessura de gordura medida na garupa, entre o ílio e ísquio de animais nascidos no primeiro e segundo semestres; PESO1 e PESO2: peso no momento do ultrassom de animais nascidos no primeiro e segundo semestres, respectivamente.

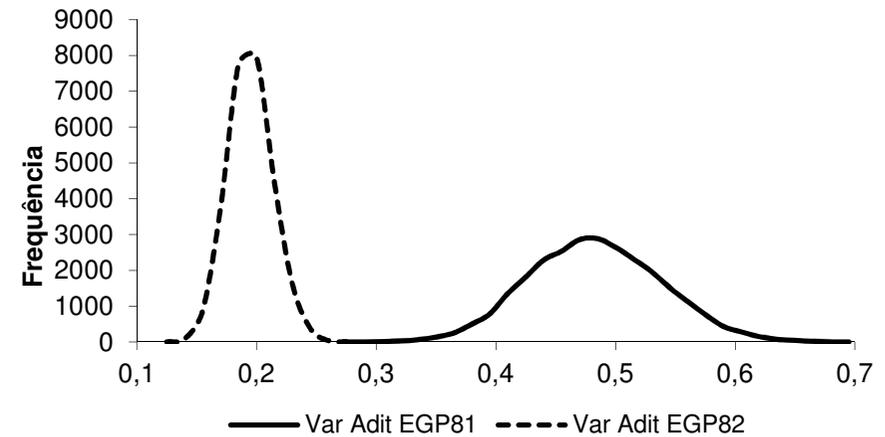
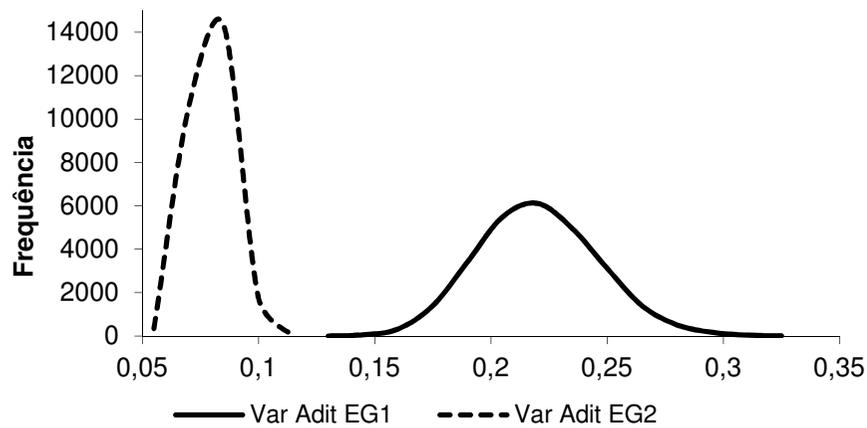
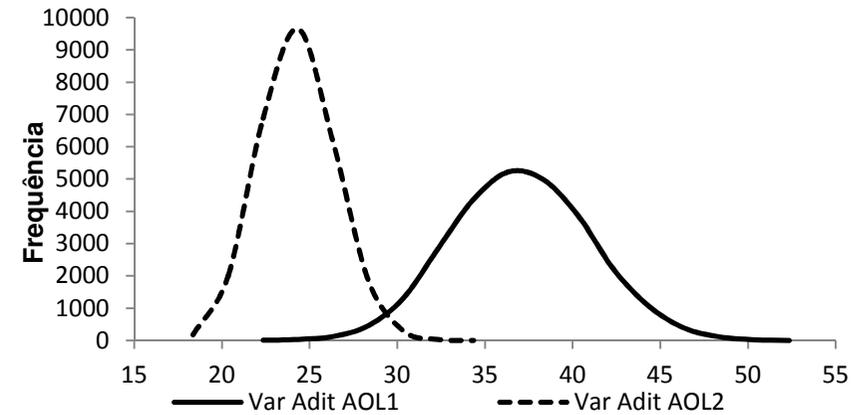
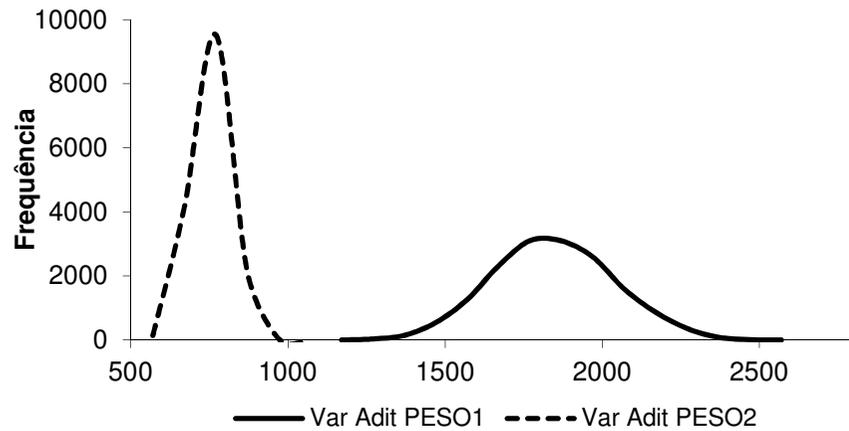


Figura 1. Distribuições *a posteriori* das variâncias genéticas aditivas das características peso (PESO 1 e 2), área de olho de lombo (AOL 1 e 2), espessura de gordura medida entre as 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas (EG 1 e 2) e medida na garupa (EGP8 1 e 2) de animais nascidos no primeiro e segundo semestre dos anos de 2000 a 2010

animais com avaliação genética superior aos dele para AOL1 nesse rebanho. Diferença ainda maior em percentil (61,93%) de AOL1 e AOL2 pode ser observada no animal 62.

Essas diferenças suportam a afirmação que provavelmente parte dos genes que são responsáveis pela manifestação da característica AOL1 não são responsáveis pela manifestação da característica AOL2.

Pode-se observar na Tabela 5, que na média os animais intensamente utilizados neste rebanho possuíam mérito genético por volta do TOP 50% para as características de carcaça, sendo explicado pela recente incorporação da coleta de dados de ultrassom e definição como critério de seleção.

As frequências *a posteriori* das variâncias genéticas aditivas obtidas para as características PESO, AOL, EG e EGP8 de animais nascidos nas duas estações de nascimento podem ser visualizadas na Figura 1. Nota-se que apenas as variâncias genéticas aditivas obtidas para as características AOL1 e AOL2 coincidem em pequena parte, nas demais a coincidência é inexistente, reforçado a hipótese da existência da IGA nessas características.

## Conclusões

Foram encontradas evidências de interação genótipo x ambiente para as características de carcaça de animais nascidos nos dois diferentes semestres do ano em um rebanho de bovinos da raça Nelore, e os resultados obtidos indicam que a classificação dos reprodutores a serem utilizados no programa de seleção deve levar em consideração a IGA em função da época de nascimento.

A interação genótipo x ambiente deve ser levada em consideração ao se proceder a avaliação genética de animais para características de carcaça objetivando a escolha dos melhores reprodutores a serem utilizados em um programa de melhoramento genético de bovinos da raça Nelore.

## Agradecimentos

À Empresa Guaporé pecuária marca OB, à Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP) e Aval serviços tecnológicos, por disponibilizar o banco de dados, À Universidade do Estado de Mato Grosso, pela licença para qualificação; à Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Mato Grosso pela bolsa de estudos concedida e ao programa de pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

## Literatura Citada

- BARBOSA, V. **Inferência bayesiana no estudo genético quantitativo de características de carcaça, utilizando a técnica de ultra-sonografia, e suas relações com o peso e perímetro escrotal, em novilhos da raça Nelore.** 2005. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.
- BIF. 2002. **Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs**, 8th ed. Beef Improvement Federation (BIF), University of Georgia, Athens, GA.
- BOURDON, R, M, **Understanding animal breeding**, New Jersey: Colorado State University, 523p., 1997.
- IBI, T.; HIROOKA, H.; KAHL, A.K.; SASAE, Y.; SASAKI, Y. Genotype x environment interaction effects on carcass traits in Japanese Black cattle. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 1503-1510, 2005.
- LOPES, J. S.; RORATO, P.R.N.; WEBER, T.; BOLIGON, A.A.; COMIN, J.G.; DORNELLES, M.A. Efeito da interação genótipo x ambiente sobre o peso ao nascimento, aos 205 e aos 550 dias de idade de bovinos da raça Nelore na Região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.54-60, 2008.
- MAGNABOSCO, C.U.; BARBOSA, V.; FARIA, C.U.; LOPES, D.T.; VIU, M.A.O.; MAMEDE, M.M.S.; LÔBO, R.B. **Estudo genético quantitativo de características de carcaça medidas por ultrassom e perímetro escrotal utilizando inferência bayesiana em novilhos Nelore.** Boletim de pesquisa e desenvolvimento 247. Embrapa Cerrados, Planaltina – DF, 2009.
- MULDER, H.A.; BIJAMA, P. Effects of genotype x environment interaction on genetic gain in breeding programs. **Journal of Animal Science**, v,83, p,49-61, 2005.
- PAULA, M.C.; MARTINS, E.N.; SILVA, L.O.C; OLIVEIRA, C.A.L.; VALOTTO, A.A.; RIBAS, N.P. Interação genótipo x ambiente para produção de leite de bovinos da raça Holandesa entre bacias leiteiras no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.467-473, 2009.

- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2012). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- RIBEIRO, S.; ELER, J.P.; BALIEIRO, J.C.C.; FERRAZ, J.B.S.; PEDROSA, V.B.; MATTOS, E.C. Influência da interação genótipo x ambiente sobre o peso à desmama em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.3, p.668-675, 2009.
- ROBERTSON, A, The sampling variance of the genetic correlation coefficient, **Biometrics**, v,15, p,469-485, 1959.
- TEIXEIRA, R.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; ALENCAR, M.M.; DIAS, L.T. Interação genótipo-ambiente em cruzamentos de bovinos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.4, p.1677-1683, 2006.
- TORAL, F.L.B; SILVA, L.O.C.; MARTINS, E.N.; GONDO, A.; SIMONELLI, S.M. Interação genótipo x ambiente em características de crescimento de bovinos da raça Nelore no Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p. 1445-1455, 2004.
- VAN TASSEL, C.P.; VAN VLECK, L.D. **A manual for use of MTGSAM – A set of fortran programs to apply Gibbs Sampling to animal models for variance component estimation**. U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 1996.
- YOKOO, M.J. **Análise Bayesiana da área de olho de lombo e espessura de gordura obtida por ultrassom e suas associações com outras características de importância econômica na raça Nelore**. 2009. 84p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias, 2009.
- YOKOO, M.J.; ALBUQUERQUE, L.G.; BIGNARDI, A.B.; PEREIRA, M.C.; SAINZ, R.D.; LOBO, R.B.; PEREIRA, C.S.; BEZERRA, L.A.F.; ARAUJO, F.R.C. Estimates of genetic correlations between carcass and growth traits and scrotal circumference in Nelore cattle. In: **WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION**, 8., 2006, Belo Horizonte. **Proceeding...** Belo Horizonte: Instituto Prociência, 2006. 1CD-ROM.

## V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características reprodutivas e de carcaça apresentaram altas herdabilidades, exceto o primeiro intervalo entre partos que apresentou magnitude moderada para este parâmetro genético devendo portanto responderem a seleção massal. A seleção direta para área de olho de lombo permite a obtenção de ganho genético para peso e em longo prazo para perímetro escrotal aos 450 e 550 dias e espessura de gordura nas costelas e na garupa.

Animais mais precoces ao primeiro parto tendem a apresentar maiores intervalos entre o primeiro e segundo partos.

Foram encontradas evidências de interação genótipo x ambiente para as características de carcaça de animais nascidos nos dois diferentes semestres do ano em um rebanho de bovinos da raça Nelore, e os resultados obtidos indicam que a classificação dos reprodutores a serem utilizados no programa de seleção depende da época de nascimento.

A interação genótipo x ambiente deve ser levada em consideração ao se proceder a avaliação genética de animais para características de carcaça objetivando a escolha dos melhores reprodutores a serem utilizados em um programa de melhoramento genético de bovinos da raça Nelore.