

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**  
**CAMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTIMATIVAS DE EFEITOS GENÉTICOS E AMBIENTAIS  
PARA CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA MEDIDAS PELO  
ULTRA-SOM EM BOVINOS DA RAÇA NELORE**

**Marcos Jun Iti Yokoo**  
Zootecnista

Jaboticabal – São Paulo - Brasil  
2005

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**  
**CAMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTIMATIVAS DE EFEITOS GENÉTICOS E AMBIENTAIS  
PARA CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA MEDIDAS PELO  
ULTRA-SOM EM BOVINOS DA RAÇA NELORE**

**Marcos Jun Iti Yokoo**

**Orientadora: Profa. Dra. Lucia Galvão de Albuquerque**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento Animal.

Julho - 2005  
Jaboticabal – SP

Yokoo, Marcos Jun Iti  
Y54e      Estimativas de efeitos genéticos e ambientais para características  
de carcaça medidas pelo ultra-som em bovinos da raça Nelore /  
Marcos Jun Iti Yokoo. -- Jaboticabal, 2005  
xi, 89 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2005  
Orientador: Lucia Galvão de Albuquerque  
Banca examinadora: Cláudio de Uihôa Magnabosco, Maurício  
Mello de Alencar  
Bibliografia

1. Área de olho de lombo. 2. Correlação Genética.  
3. Herdabilidade. I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências  
Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:636.082.22

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Jaboticabal.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**MARCOS JUN ITI YOKOO**, solteiro, nascido no dia 10 de Novembro de 1978, em Araçatuba – São Paulo, filho de Takanori Yokoo e Ana Cristina de Carvalho.

Iniciou em Março de 1997 o curso de Zootecnia na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), na UNESP - Campus de Botucatu-SP. Em Agosto de 2002 concluiu o estágio de graduação por seis meses na área de bovinocultura de corte na Universidade da Califórnia, Campus de Davis - EUA, sob orientação do professor Dr. Roberto Daniel Sainz, obtendo o título de Zootecnista em Agosto de 2003.

Em Março de 2004 ingressou no curso de Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal, na faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), na UNESP – Campus de Jaboticabal – SP, obtendo o grau de Mestre em 22/07/2005 sob orientação da professora Dra. Lucia Galvão de Albuquerque.

## **OFEREÇO**

Aos meus familiares por terem me dado todo suporte e apoio nesta difícil etapa de minha vida.

A minha querida mãe pelo incentivo aos estudos.

A todos que compartilharam os momentos bons e difíceis desta etapa.

## **DEDICO**

A minha família por toda educação, paciência, apoio, compreensão e carinho...

A minha irmã Tita pelo exemplo de como viver alegre nos momentos difíceis da vida...

## AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, Lucia Galvão de Albuquerque, pela confiança, paciência e incentivo, estando sempre pronta a nos ensinar e defender nos momentos mais difíceis.

A banca examinadora de qualificação e defesa, Dr. João Ademir, Dr. Cláudio e Dr. Maurício, pelas preciosas sugestões.

Aos meus amigos do Departamento que me apoiaram, ajudaram e contribuíram muito nesta difícil etapa: Annaiza, Márcio, Júnior, Augusto, Selma, Paraguayo, Monyka, Rafael, João Jorge, Márcio-2, Luiz, William..... muitíssimo obrigado !!!

Aos meus amigos da Faculdade: Frank, Maira, Sarah, Priscila, Eduardo, Léo, Beto, Robertito, Vanessa, Geovanny, Anita, Pacheco, Geléia, Alisson, Cris, Catatau, Felipe.

Aos professores: João Ademir, Adhemar, Tonhati, Mateus, Euclides, Isabelle, Lenira, pela amizade e ensinamentos.

As fazendas que colaboraram para realização deste trabalho: Bacuri, Grupo OMB, Grupo Hora, Rancho da Matinha, Colonial, São Dimas, Remanso, Passa Quatro e Santa Marta, muito obrigado!!!

Aos criadores e responsáveis pelas fazendas do PMGRN, pela cordialidade em suas propriedades em especial ao Seu Helvécio, Seu Luciano, Dr. Gabriel, Santiago, Neurisvan e Claudinho.

Ao Bob pela preciosa ajuda com os dados de ultra-som, atenção e principalmente pela amizade, muitíssimo obrigado!

Ao Fabiano pelos ensinamentos, dedicação ao projeto e pela amizade sincera, muito obrigado!

A Camila e a Angélica pela atenção e amizade, obrigado!

Amigos de coleta de dados e viagens, William, Roberta, Márcio e Fabiano....

Ao professor Raysildo, Luiz Bezerra e a dona Rita pelo apoio a pesquisa e pela máquina de ultra-som, muito obrigado!

Ao corpo docente e funcionários do Departamento de Genética Melhoramento Animal, do Departamento de Ciências Exatas.

Ao CNPq, ANCP, Pronex e AVAL pelos dados cedidos, pelo aparelho de ultra-som e interpretação das imagens e pela ajuda financeira para realização deste projeto.

À minha mãe, que sempre acreditou em mim, me apoiou e esteve sempre do meu lado, obrigado!

Ao meu pai pelo apoio constante e por ter me educado, obrigado!

Aos meus irmãos, Rafael, Tita e Carol, que eu gosto tanto e são muito importantes pra mim.

Aos meus avós e principalmente meu avô Toninho, pelo carinho.

À minha madrinha Tia Ná, pela dedicação, apoio e carinho.

A minha namorada Gabi, que mais do que ninguém me ajudou em todos os momentos, e por várias noites mal dormidas.

Aos meus amigos de República: Pestana, Bagaço, Menudo, Vidal, CBT, Garga, Glu-Glu, Bocoio, Budinha, Minero, Bornai e o Ranho, pelos momentos difíceis, pelas festas e principalmente pela amizade sincera.

A todas as pessoas que me apoiaram e que contribuíram de uma forma ou de outra para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xi
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	1
OBJETIVOS GERAIS .....	4
REVISÃO DE LITERATURA .....	5
<i>Ultra-som</i> .....	5
<i>Efeitos de Ambiente</i> .....	8
<i>Estimativas de Herdabilidade</i> .....	10
<i>Estimativas de Correlações Genéticas</i> .....	13
REFERÊNCIAS .....	16
CAPÍTULO 2 - FATORES GENÉTICOS E AMBIENTAIS QUE AFETAM AS CARACTERÍSTICAS ÁREA DO OLHO DE LOMBO E ESPESSURA DE GORDURA MEDIDAS PELA ULTRA-SONOGRAFIA EM BOVINOS DA RAÇA NELORE .....	25
INTRODUÇÃO .....	27
MATERIAL E MÉTODOS .....	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
CONCLUSÕES .....	43
REFERÊNCIAS .....	44
CAPÍTULO 3 - ESTIMATIVAS DE CORRELAÇÕES GENÉTICAS ENTRE CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA MEDIDAS PELO ULTRA-SOM E DE CRESCIMENTO EM BOVINOS DA RAÇA NELORE .....	49
INTRODUÇÃO .....	51
MATERIAL E MÉTODOS .....	52

RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	58
CONCLUSÕES .....	63
REFERÊNCIAS .....	64
CAPÍTULO 4 - ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS ENTRE CIRCUNFERÊNCIA ESCROTAL, ALTURA DO POSTERIOR E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA, MEDIDAS PELO ULTRA-SOM, EM BOVINOS DA RAÇA NELORE .....	68
INTRODUÇÃO .....	71
MATERIAL E MÉTODOS .....	72
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	77
<i>Estimativa de herdabilidade</i> .....	78
<i>Estimativa de correlação genética</i> .....	80
CONCLUSÕES .....	84
REFERÊNCIAS .....	85
CAPÍTULO 5 – IMPLICAÇÕES .....	88

**Lista de Figuras**

	Página
<hr/>	
CAPÍTULO 2	
1. Valores preditos da espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8) e da espessura de gordura subcutânea (EG) em função da idade da vaca ao parto (IVP), de bovinos da raça Nelore .....	39
2. Valores preditos da área de olho de lombo (AOL) em função da idade do animal (IDA), de bovinos da raça Nelore .....	40
3. Valores preditos da espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8) e da espessura de gordura subcutânea (EG) em função da idade da idade do animal (IDA), de bovinos da raça Nelore .....	40

## Lista de Tabelas

	Página
<b>CAPÍTULO 1</b>	
1. Estimativas de correlações genéticas de características da carcaça quando medidas diretamente na carcaça e por meio da ultra-sonografia, segundo vários autores .....	7
2. Estimativas de herdabilidade ( $\hat{h}^2$ ) das características de carcaça medidas por ultra-som (animais <i>in vivo</i> ) segundo vários autores, estimadas em diferentes modelos pelo método da máxima verossimilhança restrita .....	11
 <b>CAPÍTULO 2</b>	
1. Estrutura do arquivo de dados analisados das características área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), peso (PS) e pesos padronizados aos 120 dias (P120), de bovinos da raça Nelore .....	30
2. Estatística descritiva dos dados analisados das características peso padronizado aos 120 dias (P120), peso (PS), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), após a consistência dos dados de bovinos da raça Nelore .....	33
3. Resumo da análise de variância das características, área de olho de lombo (AOL-cm <sup>2</sup> ), espessura de gordura subcutânea (EG - mm) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8 - mm) de bovinos da raça Nelore .....	35
4. Médias estimadas para a área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), de acordo com o sexo, manejo alimentar e estação de nascimento de bovinos da raça Nelore .....	36
5. Estimativas de componentes de variância e herdabilidade com seus respectivos erros-padrão em análises uni-caracter para área de olho de lombo (AOL - cm <sup>2</sup> ), espessura de gordura subcutânea entre a 12 <sup>a</sup> e 13 <sup>a</sup> costelas (EG - mm), espessura de gordura subcutânea da garupa (EGP8 - mm), peso na data do ultra-som (PS – Kg) de animais da raça Nelore .....	41

### CAPÍTULO 3

1. Descrição da estrutura do arquivo dos dados analisados das características área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), peso (PS), pesos padronizados aos 120, 210, 365, 450 e 550 dias (P120, P210, P365, P450, P550) e altura do posterior (ALT), em bovinos da raça Nelore ..... 55
2. Estimativas de herdabilidade na diagonal e correlações genéticas fora da diagonal, em análises bi e tri-caracteres entre as principais características de carcaça medidas por ultra-som e características de crescimento em diferentes idades de bovinos da raça Nelore ..... 58

### CAPÍTULO 4

1. Estrutura do arquivo dos dados analisados das características área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), peso (PS), peso padronizado aos 120 dias (P120) e altura do posterior (ALT), de bovinos da raça Nelore ..... 74
2. Estimativas de herdabilidade do efeito direto na diagonal, correlações genéticas acima da diagonal e correlações de ambiente abaixo da diagonal, entre todas as características estudadas neste trabalho, em análises tri-caracteres com o P120 utilizado como “âncora”, ajustando as circunferências escrotais para peso, em bovinos da raça Nelore ..... 78
3. Estimativas de herdabilidade do efeito direto e correlações genéticas ( $\hat{r}_g$ ) e ambientais ( $\hat{r}_e$ ), em análises tri-caracteres utilizando o P120 como “âncora”, entre as características estudadas neste trabalho, sendo as circunferências escrotais em diferentes idades sem ajustar para os pesos, em bovinos da raça Nelore ..... 80
4. Respostas diretas na diagonal e correlacionadas fora da diagonal, das circunferências escrotais em diferentes idades de bovinos da raça Nelore, utilizando os parâmetros genéticos estimados em dois diferentes modelos ..... 83

## **ESTIMATIVAS DE EFEITOS GENÉTICOS E AMBIENTAIS PARA CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA MEDIDAS PELO ULTRA-SOM EM BOVINOS DA RAÇA NELORE**

**RESUMO** – O objetivo do presente trabalho foi estudar os fatores genéticos e ambientais que afetam as características de carcaça, área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG), e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), quantificadas por meio do ultra-som em bovinos da raça Nelore. Além disso, verificar as possíveis associações genéticas entre as características de carcaça, e dessas com peso, circunferência escrotal, padronizados aos 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365 e CE365), 450 (P450 e CE450) e 550 (P550 e CE550) dias de idade e altura do posterior (ALT). O banco de dados foi composto por cerca de 22.778 animais machos e fêmeas, dos quais, aproximadamente 2.590 continham medidas de características de carcaça e ALT coletadas entre os anos de 2002 e 2004, com idades entre 450 e 599 dias, provenientes de dez fazendas de seis estados brasileiros. Para o estudo dos efeitos de ambiente sobre as características de carcaça, foi utilizada a metodologia dos quadrados mínimos, empregando-se modelos fixos, considerando os efeitos de fazenda, ano (AN) e estação de nascimento, sexo, manejo alimentar, e as covariáveis idade da vaca ao parto (IVP - efeitos linear e quadrático) e idade do animal (efeitos linear e quadrático para a AOL e linear para a EG e EGP8). Os parâmetros genéticos foram estimados em análises uni, bi e tri-caracteres utilizando máxima verossimilhança restrita. Todos os fatores de ambiente afetaram significativamente as características de carcaça, com exceção do AN que não influenciou EG e EGP8 e da IVP que não afetou AOL, de forma significativa. As estimativas de herdabilidade para AOL, EG e EGP8 foram de  $0,29 \pm 0,07$ ,  $0,50 \pm 0,09$  e  $0,39 \pm 0,08$ , respectivamente. Esses resultados indicam que as características de carcaça possuem alta variabilidade genética, podendo ser incluídas em programas de melhoramento genético, devendo responder rapidamente à seleção individual. As correlações genéticas sugerem que progressos genéticos podem ser alcançados nas características de carcaça sem antagonismo com a seleção para peso ou circunferência escrotal. A seleção para altura deve levar a animais mais tardios em termos de terminação de carcaça.

**PALAVRAS-CHAVE:** Altura do posterior, área de olho de lombo, correlação genética, espessura de gordura subcutânea na garupa, herdabilidade, peso padronizado

## **ESTIMATES OF GENETIC AND ENVIRONMENTAL EFFECTS ON CARCASS TRAITS MEASURED BY ULTRASOUND IN NELORE CATTLE**

**ABSTRACT** – The objective of this work was to study the genetic and environmental factors that affect carcass traits, longissimus muscle area (ULMA) backfat thickness (UBF) and rump fat thickness (URF) quantified using real-time ultrasound in Nelore cattle. Besides verifying the possible genetic associations among those traits and of those with weight and scrotal circumference standardized to 102 (W120), 210 (W210), 365 (W365 and SC365), 450 (W450 and SC450), and 550 (W550 and SC550) days of age and hip height (HH) on scan date. The data set was composed close to 22,778 male and female animals, of which, approximately 2,590 contained measures of carcass traits and HH collected between 2002 and 2004, with ages between 450 and 599 days and distributed on ten farms across six Brazilian states. The Least Squares methods was used to study the effect of environment on carcass traits, using a fixed model, considering farm, year and season of birth (YB and SB), sex and type of feed, besides the covariates, age of dam (AOD - linear and quadratic effects) and age of animal at measurement (linear and quadratic effects for ULMA and linear for UBF and URF). The genetic parameters were estimated in one, two and three-traits analyses, using restricted maximum likelihood. All environmental factors significantly affected carcass traits, with the exception of YB for UBF and URF and AOD for ULMA. The heritability estimates for ULMA, UBF and URF were respectively  $0.29 \pm 0.07$ ,  $0.50 \pm 0.09$  and  $0.39 \pm 0.08$ . These estimates indicate that carcass traits have high genetic variability, might be include beef improvement programs and should respond on individual selection quickly. The genetic correlations suggest that genetic progress may be achieved without producing antagonistic effects on weight and scrotal circumference. The selection for HH would likely produce animals that are late-maturing, in terms of carcass fat deposition.

**KEYWORDS:** genetic correlation, heritability, hip height, longissimus muscle area, rump fat thickness, standardized-weight

# ESTIMATIVAS DE EFEITOS GENÉTICOS E AMBIENTAIS PARA CARACTERÍSTICAS DE CARÇA MEDIDAS PELO ULTRA-SOM EM BOVINOS DA RAÇA NELORE

## CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Em termos mundiais, o rebanho bovino brasileiro destaca-se não somente pela sua grandeza, mas também pela sua potencialidade de crescimento, tendo em vista a capacidade de produção ociosa, os baixos índices atuais de produtividade, as terras ainda não utilizadas e as mal aproveitadas (PECK, 2002). Atualmente, o Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, sendo a pecuária de corte uma atividade fundamental para a economia e o desenvolvimento da população brasileira, a qual apresentou consumo médio *per capita* de 35,6 kg/pessoa de carne bovina no ano de 2004 (ANUALPEC, 2004).

Segundo JOSAHKIAN (2000), estima-se que 80% da população bovina no país tenha alguma composição genética de animais zebuínos (*Bos indicus*), demonstrando assim, a capacidade adaptativa e reprodutiva desses animais para as condições tropicais. Dentre as raças zebuínas existentes no país, atualmente a raça Nelore é a que mais se destaca, pois, no período de 1939 a 2004, as raças Nelore e Nelore Mocha representaram 81,65% dos registros genealógicos de nascimento (RGN) e 80,44% dos registros genealógicos definitivos (RGD) da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu - ABCZ (DTABCZ, 2004). Esses animais zebuínos da raça Nelore são constituídos basicamente pela raça Ongole (LOPES & REZENDE, 2001) e foram introduzidos no Brasil ao final do século XIX, oriundos de diferentes regiões da Índia (PINEDA, 2000).

A pecuária de corte brasileira atravessa um período de oportunidades e desafios, tendo em vista a demanda mundial pela carne bovina brasileira. As exportações de carne bovina no país aumentaram em torno de 69% nos últimos seis anos, fazendo com

que em 2004 o Brasil alcançasse a liderança na exportação mundial desse produto, exportando 1.413 mil toneladas de equivalente-carcaça bovina [(carne sem osso x 1,3) + carne com osso], totalizando mais de 1,7 milhões de dólares americanos (ANUALPEC, 2004).

O mercado globalizado aumentará a homogeneidade em relação ao hábito dos consumidores, aumentando a demanda e direcionando o setor produtivo especialmente para produtos *in natura* (HARDWICK, 1998). Para atender às exigências desse novo cenário econômico, oferecendo aos consumidores produtos de qualidade a preços competitivos, necessário se faz que maior atenção seja dispensada à qualidade da carne brasileira.

Segundo CUNDIFF et al. (1993), uma carcaça de qualidade deve apresentar quantidade de gordura suficiente para garantir sua preservação e características desejáveis para o consumo. 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) na carcaça e a maciez da carne.

Alguns autores, entre eles, DRANSFIELD (1994) e SAUNDERS (1994), observaram que a taxa de proteólise miofibrilar (processo de maturação da carne) está intimamente relacionada às variações de pH do meio intracelular e, segundo WATANABE et al. (1993), os valores de pH na carne apresentam relação direta e positiva com a quantidade de gordura subcutânea, o que permite a maior preservação da carne no *post mortem*, garantindo assim, sua qualidade.

Durante o processo do *rigor mortis*, no resfriamento da carcaça, quando a temperatura do músculo cai rapidamente, devido à falta de isolamento térmico pela ausência de gordura subcutânea, as fibras musculares se contraem violentamente até o esgotamento das reservas de ATP (glicólise muscular), acontecendo o processo de *cold-shortening*, que é o escurecimento, perda de água e o encurtamento das fibras (SAINZ, 1996). Nesse processo, o sarcômero diminui de tamanho, mantendo uma estrutura compacta, gerando o endurecimento da carne dos animais abatidos, causando sérios prejuízos econômicos aos frigoríficos.

A falta de uniformidade em idade dos animais ao abate, a cobertura de gordura subcutânea em padrões não desejáveis e a marmorização da carne em quantidades não satisfatórias, possuem grande influência na maciez, coloração e palatabilidade do produto final. Desta maneira, as variações de qualidade da carne bovina são conseqüências, principalmente, da falta de padronização dos sistemas de produção, da genética dos rebanhos e da inabilidade em identificar as carcaças com quantidade e qualidade de carne desejada (SHACKELFORD et al. 1991), o que parece válido até os dias atuais no Brasil. Adicionalmente, a falta de planejamento agropecuário contribui para a falta de consistência e qualidade do produto final.

Hoje em dia, a carne brasileira não compete em termos de qualidade no mercado mundial, produzindo apenas quantidade sem consistência, padronização e, principalmente, sem a qualidade requerida e remunerada pelos diferentes mercados consumidores. Esta situação se deve a diversos fatores, dentre eles, pode-se citar: métodos de criação, nutrição dos animais, fatores pré e pós-abates, resfriamento e processamento da carcaça, métodos culinários da carne e também a genética do rebanho, a qual pode ser modificada por meio dos programas de melhoramento genético para as características de carcaça.

Geralmente, no Brasil, nos programas de melhoramento genético, têm-se dado ênfase nas medidas de peso e circunferência escrotal nas diversas idades, deixando de lado as características de qualidade da carcaça e suas correlações genéticas. Para garantir a segurança e a qualidade da carne, será necessário desenvolver programas de melhoramento genético para qualidade de carcaça, que atendam as exigências do mercado consumidor e promovam o progresso genético do rebanho brasileiro.

Uma maneira de avaliar a qualidade da carcaça, ajudando a melhorar as características organolépticas da carne, é pelo uso da técnica da ultra-sonografia nas medidas de características da carcaça. Essa é uma forma rápida de coleta de dados, não invasiva, e que não deixa resíduos nocivos na carne dos animais avaliados (PERKINS et al. 1992 a & b), além disto, é uma técnica confiável e acurada para predição da composição corporal (WILSON, 1992).

Desta forma, torna-se evidente a necessidade de um programa de seleção que vise melhorar a qualidade da carne e identificar raças ou até indivíduos que apresentem porcentagem de massa muscular, maiores ou menores espessuras de gordura subcutânea (dependendo do objetivo de seleção) e melhor qualidade de carcaça. Para isto, é fundamental o estudo dos fatores genéticos e ambientais que afetam as características de carcaça medidas pela ultra-sonografia.

## **OBJETIVOS GERAIS**

Os objetivos do presente estudo são:

- 1) Estudar os fatores ambientais que afetam as características de qualidade da carcaça, área de olho de lombo (AOL), espessura da gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), quantificadas por meio do ultra-som (animal *in vivo*), e estimar componentes de variância e herdabilidade para essas características em bovinos da raça Nelore (*Bos indicus*).
- 2) Estudar as correlações genéticas entre as medidas de ultra-som, os pesos padronizados aos 120, 210, 365, 450 e 550 dias de idade e o peso e a altura do posterior do animal na data da coleta das imagens de ultra-som em bovinos da raça Nelore.
- 3) Estudar as correlações genéticas das medidas de ultra-som com as circunferências escrotais padronizadas aos 365, 450 e 550 dias de idade e dessas com a altura do posterior do animal na data da coleta das imagens de ultra-som em bovinos da raça Nelore.

## REVISÃO DE LITERATURA

### *Ultra-som*

A ultra-sonografia é uma ferramenta objetiva para avaliar qualidade da carcaça, fornecendo em tempo real valores acurados na seleção para musculosidade, cobertura de gordura, marmoreio e rendimento de carne à desossa (PERKINS et al. 1992a; HERRING et al. 1998; WILSON et al. 1998), sem que seja necessário abater os animais e/ou atribuir escores visuais. Por exemplo, sabe-se que o rendimento de carne na carcaça, o qual a qualifica em termos quantitativos, depende do seu conteúdo de músculo estriado e da sua relação com a ossatura e a gordura (SAINZ, 1996). Essa relação pode ser quantificada por meio das medidas da área de olho de lombo (AOL), da espessura de gordura subcutânea nas costelas (EG), da espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8) e da percentagem de gordura de marmoreio (GM), pela técnica da ultra-sonografia em tempo real.

A técnica consiste em alta freqüência de ondas sonoras acima da capacidade auditiva humana (16.000 ciclos/segundo). Os pulsos de ultra-som são produzidos em um transdutor por vibrações de cristais piezoelétricos, os quais são transmitidos através dos tecidos até que atinjam alguma interface. No novo tecido (de diferente densidade) algumas ondas mecânicas continuam penetrando enquanto que outras são refletidas de volta para o transdutor. Esta energia mecânica é convertida em energia elétrica, processada e apresentada em diferentes formatos (WILSON, 2002).

Geralmente, para avaliação de animais vivos são usadas freqüências entre 1 a 5 megahertz (Mhz), sendo mais utilizadas freqüências de 3 a 3,5 Mhz para a avaliação de carcaça, possibilitando a identificação quantitativa do músculo e tecido adiposo no animal vivo. Esta tecnologia foi utilizada primeiramente, para aplicação biológica, por volta de 1950 pelo Dr. James Stouffer da Universidade de Cornell nos EUA.

Desde 1980, a tecnologia vem melhorando, o aparelho vem diminuindo de tamanho, as imagens são bi-dimensionais (em modo-B), as sondas (transdutores) são maiores (17-18 cm), os softwares mais precisos e as técnicas de coleta e

processamento das imagens vêm sendo estudadas em grande escala para se obter maior acurácia das medidas (STOUFFER, 1991).

A AOL é uma característica coletada transversalmente no músculo *Longissimus dorsi* (“contra-filé”) na região entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, expressa em centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>) e está relacionada à quantidade de músculo, com o rendimento da carcaça e, principalmente, com os cortes nobres. A EG é uma característica mensurada na região entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, a qual quantifica a espessura de gordura subcutânea sobre o músculo *Longissimus dorsi* e é expressa em milímetros (mm), enquanto que a espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8 - mm) é medida entre a intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris* localizada entre o ílio e o ísquio (AVAL-PROTOCOLO, 2004). Tais medidas se relacionam à precocidade de crescimento e de acabamento.

O EGP8 é uma característica interessante para animais criados em pastagem por ter desenvolvimento mais precoce que a gordura nas costelas na idade ideal de coleta da imagem, e por possuir melhor acurácia e repetibilidade de mensuração quando comparada à EG.

Além das vantagens citadas anteriormente, a utilização da ultra-sonografia, para mensuração das características de carcaça apresenta outras vantagens: 1º) a técnica apresenta custo da avaliação individual inferior ao tradicional teste de progênie, sem a necessidade de abate dos filhos dos animais avaliados para mensuração na carcaça, e com resultados equivalentes (SAINZ & ARAUJO, 2002); 2º) possibilita a avaliação genética dos reprodutores antes do primeiro acasalamento; 3º) as estimativas de herdabilidade (Tabela 2), geralmente, são de magnitude moderada a alta; 4º) segundo vários autores (Tabela 1), as correlações entre as medidas realizadas pelo ultra-som e as medidas obtidas diretamente na carcaça são moderadas a altas (acima de 0,61).

Uma importante vantagem dessa técnica é que quando as medidas são realizadas diretamente na carcaça com os animais abatidos, o encurtamento das fibras musculares pelo processo de resfriamento da carcaça e a retirada da gordura subcutânea da carcaça na hora da esfola, podem levar a perda da variabilidade genética da AOL e da gordura subcutânea, conduzindo as estimativas de herdabilidade

menores do que aquelas observadas quando as mensurações são realizadas por meio do ultra-som em tempo real, nos animais *in vivo* (RITCHIE, 2001).

Como podem ser observadas na Tabela 1, as características de carcaça medidas pela ultra-sonografia momentos antes do abate apresentam estimativas de correlações genéticas de magnitudes moderadas a altas e positivas com as mesmas características obtidas diretamente na carcaça dos animais após o abate.

Tabela 1 - Estimativas de correlações genéticas de características da carcaça quando medidas diretamente na carcaça e por meio da ultra-sonografia, segundo vários autores.

AUTORES	CARACTERÍSTICAS	
	AOL	EG
STOUFFER et al. (1989)	0,76	0,86
PERKINS et al. (1992 a)	0,60	0,75
PERKINS et al. (1992 b)	0,82	0,86
WALDNER et al. (1992)	0,73	0,86
MOSER et al. (1998)	0,66	0,69
MAY et al. (2000)	0,61	0,81
RITCHIE (2001)	0,75	0,71
BERTRAND (2002)	0,89	0,69
GREINER et al. (2003)	0,86	0,89

AOL = Área de olho de lombo; EG = Espessura de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas;

Outras vantagens desta técnica é que as medidas de carcaça podem ser utilizadas nas equações de predição da composição corporal do animal *in vivo*, estimando a proporção de carne comestível - RCC% (WILSON et al., 1998) e o rendimento de carcaça (GREINER, 1997; MAGNABOSCO et al. 2003). Além disto, permitem controlar o grau de acabamento da carcaça, objetivando o ponto exato de abate, diminuindo os custos de produção.

Em alguns países as avaliações pela ultra-sonografia têm grande impacto econômico, já que os produtores recebem ou são penalizados de acordo com a qualidade e o rendimento dos cortes cárneos de seus animais. No Brasil, na maioria

dos casos, o produtor recebe apenas pelo rendimento de carcaça. Contudo, a tendência é adotar um sistema de bonificação, tendo em vista o maior retorno econômico e o sucesso dos vários programas de certificação da carne com qualidade. A inclusão da técnica de ultra-sonografia em programas de melhoramento é uma alternativa para melhorar a produção de carne, o rendimento da carcaça e dos cortes cárneos, a qualidade e a precocidade de terminação da carcaça.

De acordo com as curvas de crescimento alométrico, o esqueleto se desenvolve mais cedo, seguido pela musculatura e finalmente o tecido adiposo. Desta maneira, a proporção de músculo na carcaça aumenta com o incremento de peso do animal durante o período anterior ao acúmulo de gordura, para depois diminuir na fase de terminação (SAINZ & ARAUJO, 2001). Assim, com o conhecimento da fisiologia do crescimento dos bovinos e das correlações genéticas entre as características reprodutivas, de crescimento e de carcaça, pode-se direcionar a seleção para melhorar a qualidade da carcaça bovina.

### ***Efeitos de Ambiente***

O desempenho dos bovinos em relação às principais características de interesse econômico pode ser influenciado por vários fatores de ambiente (LUCERO et al. 1995; MARCONDES et al. 1998), como por exemplo, clima, manejo e alimentação, entre outros. Para se fazer avaliação genética das características de carcaça, é importante conhecer os efeitos de meio que as afetam. Entretanto, são poucos os trabalhos encontrados na literatura que abordam este assunto. Pode-se supor que os fatores importantes para as características de crescimento também influenciem as características de carcaça.

Segundo BOCCHI (2003), muitos fatores de meio são desconhecidos e de difícil quantificação, para os quais os desempenhos dos animais não podem ser ajustados matematicamente. Esses efeitos, considerados não previsíveis, que são associados ao manejo, clima, alimentação, entre outros, podem ser minimizados por meio da inclusão dos efeitos de ano, estação de nascimento e fazenda no modelo de análise. Em geral, a

melhor forma de corrigir para esses fatores é pela formação dos grupos de contemporâneos, para que tanto os efeitos principais como as interações entre os fatores sejam levados em conta. Segundo BOURDON (1997), grupos de contemporâneos são grupos de animais manejados em condições ambientais semelhantes, de forma a reduzir os efeitos de meio sobre a expressão das características de interesse. Em bovinos de corte, para as características de crescimento, geralmente, os grupos de contemporâneos são definidos por: ano e estação de nascimento, fazenda, sexo e lotes de manejo.

Outros efeitos, que são considerados previsíveis, como a idade da vaca ao parto (IVP) e idade do animal no dia da mensuração (IDA), podem afetar as características de interesse e podem ser ajustados por meio de fatores de ajuste utilizando modelos matemáticos ou incluindo esses efeitos no modelo de análise. O efeito da idade da vaca ao parto influencia diretamente o crescimento dos bezerros, que até a desmama são muito dependentes da produção de leite da mãe, a qual é influenciada pelo período fisiológico em que a vaca se encontra, além da quantidade e qualidade do alimento disponível (BOCCHI, 2003).

WILSON et al. (1999), trabalhando com características de carcaça em novilhas da raça Angus, relataram que a IDA ou peso/idade (peso dividido pela idade em dias) apresentaram efeitos linear e quadrático significativos sobre essas características. WILSON et al. (2000), estudando os fatores que afetam a AOL, EG, EGP8 e porcentagem de gordura intramuscular em novilhas e touros jovens da raça Angus, concluíram que tanto a AOL como as espessuras de gordura subcutânea (EG e EGP8) devem ser ajustadas para peso ou IDA, sendo que os modelos que incluíram o peso, apresentaram coeficiente de determinação significativamente mais alto que aqueles incluindo apenas IDA.

BRITO et al. (2001), com animais da raça Nelore e cruzamentos entre raças, concluíram que a AOL e a EG devem ser ajustadas para o peso ajustado à idade. Entretanto, KEMP et al. (2002), em análise multi-carácter das características de carcaça, utilizando dois modelos, um com a IDA como covariável e o outro com a IDA e

o peso na data do ultra-som como covariáveis, concluíram que as estimativas dos parâmetros genéticos para as características de carcaça foram ligeiramente mais baixas quando o peso foi incorporado no modelo.

Em modelos utilizados para estimar parâmetros genéticos das características de carcaça, além do grupo de contemporâneos, os efeitos de classe da idade da vaca ao parto (ARAUJO et al. 2004) e idade do animal na mensuração (REVERTER et al. 2000) têm sido incluídos nas análises.

### ***Estimativas de Herdabilidade ( $\hat{h}^2$ )***

Para se fazer melhoramento genético animal para características de carcaça, deve-se identificar e selecionar os animais com melhores valores genéticos para serem pais da próxima geração, promovendo mudanças na constituição genética da população, isto é, alterando as frequências gênicas no sentido desejável e, conseqüentemente, obtendo progresso genético nas características de interesse.

Os reprodutores não transmitem seu genótipo aos descendentes, mas sim uma amostra aleatória da metade dos seus genes. O valor genético de um animal, o qual define o valor do mesmo como pai, não pode ser observado, devendo ser estimado por meio do desempenho próprio e de seus parentes, principalmente de seus filhos. Para se estimar o valor genético dos animais, bem como para predizer o ganho genético, é necessário estimar alguns parâmetros, dentre eles a herdabilidade.

A herdabilidade indica quanto da superioridade de um animal selecionado será transmitido à sua progênie. É uma medida da associação existente entre o valor genético e o valor fenotípico (FALCONER & MACKAY, 1996). Este parâmetro varia de 0 a 1 e segundo BOURDON (1997), estimativas entre de 0,20 a 0,39 são consideradas medianas e acima de 0,40, altas.

Na Tabela 2 pode-se observar estimativas de herdabilidade para as principais características de carcaça, de acordo com diversos autores. As características de carcaça apresentam herdabilidades variando de 0,04 a 0,62. Diferenças nas estimativas

são esperadas, uma vez que a herdabilidade é um parâmetro característico de cada população e pode sofrer alterações em consequência da seleção e mudanças no manejo, entre outras coisas e, além disto, métodos e modelos de estimação podem influenciar os resultados.

Tabela 2 - Estimativas de herdabilidade ( $\hat{h}^2$ ) das características de carcaça medidas por ultra-som (animais *in vivo*) segundo vários autores, estimadas em diferentes modelos pelo método da máxima verossimilhança restrita.

AUTORES	CARACTERÍSTICAS			GRUPO GENÉTICO	MODELO
	AOL	EG	EGP8		
ARNOLD et al. (1991)	0,25	0,26	-	Hereford	Touro
JOHNSON et al. (1993)	0,39	0,11	-	Brangus	Animal
ROBINSON et al. (1993)	0,21	0,30	0,37	Angus & Hereford	Animal
SHEPARD et al. (1996)	0,11	0,56	-	Angus	T- AM
MOSEER et al. (1998)	0,29	0,11	-	Brangus	Animal
FIGUEIREDO et al. (2000)	0,20	0,04	-	Nelore	Animal
REVERTER et al. (2000)	0,38-0,42	0,51-0,18	0,55-0,31	Angus & Hereford	Animal
CREWS & KEMP (2001)	0,54	0,46	-	“Composto Europeu”	Animal
DEVITT & WILTON (2001)	0,45	0,41	-	“Várias Raças”	Animal
WILSON et al. (2001 a)	0,40	0,56	0,48	Angus	T- AM
WILSON et al. (2001 b)	0,34	0,37	0,36	Angus	T- AM
KEMP et al. (2002)	0,29	0,39	-	Angus	Animal
STELZLENI et al. (2002)	0,31	0,26	-	Brangus	Animal
CREWS et al. (2003)	0,37-0,51	0,53-0,69	-	Simental	Animal
ARAUJO et al. (2004)	0,29	0,44	0,62	Nelore	Animal

AOL = Área de olho de lombo; EG = Espessura de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas; EGP8 = Espessura de gordura subcutânea medida na garupa; “Composto Europeu” = Animais filhos de cruzamentos entre mais de três raças européias (*Bos taurus*); T-AM = modelo touro avô-materno; “Várias Raças” = Estimativa de herdabilidade das medidas de carcaça em touros puros de diversas raças européias (*Bos taurus*);

Foram encontrados poucos trabalhos na literatura descrevendo estimativas de herdabilidade das características de carcaça para a raça Nelore. FIGUEIREDO et al.

(2000), estimaram herdabilidade de amplitude moderada a baixa na raça Nelore para as características AOL e EG (Tabela 2). Entretanto, os autores relataram que a medida da EG foi realizada longitudinalmente sobre o músculo *Longissimus dorsi*, em lugar de transversalmente como é usual. ARAUJO et al. (2004) obtiveram estimativas de herdabilidade (Tabela 2) de amplitude moderada a alta para as características AOL, EG e EGP8 nessa raça. Diversos autores, entre eles McLAREN et al. (1991), PERKINS et al. (1992a), WALDNER et al. (1992) e SAINZ & ARAUJO (2002), ressaltam que a acurácia dessas medidas de ultra-som é altamente dependente do técnico que coleta e interpreta as imagens, assim como, dos equipamentos utilizados.

As características peso e circunferência escrotal (CE) estão relacionadas aos objetivos de seleção na maioria dos programas de melhoramento genético em bovinos de corte, sendo importantes critérios de seleção. As características de crescimento como pesos em diversas idades representam o potencial de ganho em peso (SHIOTSUKI et al. 2004) e possuem variabilidade genética (SOUZA et al. 2002; SIQUEIRA et al. 2003; FARIA et al. 2004), permitindo ser modificadas por seleção. LOBO et al. (2000) revisaram as estimativas de herdabilidades para pesos em diferentes idades em animais de regiões tropicais e relataram variabilidade genética para esta característica. SIQUEIRA et al. (2003) e FARIA et al. (2004) obtiveram estimativas de herdabilidade de magnitudes moderadas a altas, variando de 0,29 a 0,53 para os pesos padronizados aos 120, 450 e 550 dias de idade em animais da raça Nelore.

Outra importante característica de crescimento é a altura do posterior (ALT), pois, segundo GUILBERT & GREGORY (1952), medidas corporais junto com o peso vivo do animal descrevem melhor um indivíduo ou uma população do que os métodos de classificação por escores. Vários autores, dentre eles, VARGAS et al. (1998); VARGAS (2000); RILEY et al. (2002); SILVA et al. (2003) estimaram herdabilidades para a ALT em animais zebuínos variando de 0,30 a 0,87.

A eficiência reprodutiva é considerada de grande importância para a pecuária de corte (TRENKLE & WILHAM, 1977; MEACHAM & NOTTER, 1987; FONSECA, 1991; BERGMANN, 1993), pois rebanhos detentores de elevada precocidade sexual e

fertilidade possuem maior disponibilidade de animais, tanto para venda como para seleção, permitindo maior intensidade seletiva e, conseqüentemente, progressos genéticos mais elevados e maior lucratividade (BERGMANN, 1998). Dentre as características reprodutivas, atualmente, a CE é a mais utilizada, provavelmente, por ser de fácil mensuração, pode ser feita em animais jovens, apresenta variabilidade genética e está favoravelmente associada com a precocidade sexual em ambos os sexos e outras características economicamente importantes (LATIMER et al. 1982; BERGMANN, 1998). A CE em animais jovens é um indicador útil do tamanho testicular, da capacidade de produção espermática, das características físicas do sêmen, da idade à puberdade, da fertilidade do macho, bem como das fêmeas aparentadas com ele (BRINKS et al. 1978; SILVA et al. 1993).

Na literatura relata-se que a CE apresenta estimativas de correlações genéticas positivas com características de sêmen e de crescimento (KNIGHTS et al. 1984) e negativa com idade à puberdade em machos e fêmeas (BERGMANN et al. 1996). Além disso, a CE tem estimativa de herdabilidade mais alta do que as características reprodutivas de fêmeas, podendo ser utilizada como característica indicadora para as mesmas. As estimativas de herdabilidade da CE medidas ao ano e no sobreano em animais da raça Nelore variam de 0,30 a 0,74 (BERGMANN et al. 1996; DIAS et al. 2003; COSTA et al. 2004; FARIA et al. 2004; ALBUQUERQUE et al. 2005; SESANA, 2005).

### ***Estimativas de Correlação Genética ( $\hat{r}_g$ )***

Quando se faz seleção para uma característica, podem ocorrer mudanças nas freqüências gênicas de outras características ao mesmo tempo, inclusive daquelas que não são objetivos de seleção, com conseqüente alteração nas médias destas. Isto acontece porque as características podem ser em parte ou totalmente, determinadas pelos mesmos conjuntos de genes de ação aditiva causando correlação genética entre elas. O coeficiente de correlação genética mede o grau de associação de uma característica com a outra. Para o melhoramento genético de um rebanho bovino, é

fundamental conhecer o sentido e a magnitude das associações genéticas entre as características selecionadas, para verificação e controle dos efeitos de seleção sobre outras características.

Vários autores, dentre eles REVERTER et al. (2000), WILSON et al. (2001 a & b) e ARAUJO et al. (2004), relataram baixas estimativas de correlações genéticas entre a AOL e as espessuras de gorduras subcutâneas (EG e EGP8), e alta correlação genética entre a EG e a EGP8, variando de 0,66 a 0,94.

São poucos os trabalhos encontrados na literatura que relatam correlação genética das características de carcaça com a circunferência escrotal e com a altura do posterior. RILEY et al. (2002), estudando características de carcaça medidas no animal abatido e WALDNER et al. (1992) estudando características de carcaça medidas pelo ultra-som, relataram correlações genéticas baixas e próximas de zero da ALT com as características de carcaça, respectivamente em animais da raça Brahman e Brangus.

TURNER et al. (1990), estudando 385 touros da raça Hereford, relataram correlação genética entre CE e EG, e entre CE e AOL de -0,89 e 0,49; respectivamente. Entretanto, WILSON et al. (2001b), estudando animais da raça Angus, encontraram valores próximos de zero, para correlação genética entre a CE e as principais características de carcaça medidas pela ultra-sonografia (AOL, EG, EGP8 e GM), tendo concluído que a seleção para as características de carcaça não afeta negativamente a CE.

Existem vários trabalhos relatando estimativas de correlações genéticas entre os pesos em diferentes idades e destes com a CE (BERGMANN et al. 1996; REYES et al. 1997; SIQUEIRA et al. 2003; FARIA et al. 2004). Em geral essas correlações genéticas são positivas e de magnitude média a alta (KNIGHTS et al. 1984; ALENCAR et al. 1993; BERGMANN et al. 1996; QUIRINO & BERGMANN, 1997).

No Brasil, trabalhos abordando a associação genética entre CE em diferentes idades e em animais zebuínos são escassos. Entre eles, BERGMANN et al. (1996), trabalhando com as CE nas idades de 365 e 450 dias e SESANA (2005), estudando as circunferências escrotais medidas aos 9, 12, 15, 18 e 21 meses de idade, estimaram correlações genéticas acima de 0,76 entre essas características, em animais da raça

Nelore. ALBUQUERQUE et al. (2005), utilizando regressão aleatória, também na raça Nelore, descreveram que as correlações genéticas entre as CE medidas em diferentes idades foram altas, decrescendo com o aumento da distância em idade entre as medidas.

ALENCAR et al. (1993), estudando aproximadamente 625 touros da raça Canchim, estimaram correlações genéticas entre circunferências escrotal aos 12, 18 e 24 meses de idade, que variam de 0,68 a 0,79.

Na literatura revisada, observa-se que são poucos os estudos que envolvem a estimação de parâmetros genéticos de características da carcaça na raça Nelore, bem como suas correlações com características de crescimento e reprodutivas em diferentes idades. Assim, torna-se evidente a necessidade de estudos detalhados que visem à estimação dos parâmetros genéticos e dos fatores ambientais que afetam as características de carcaça e suas associações com medidas reprodutivas e de crescimento em diferentes idades, nessa raça.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, L. G.; SILVA, J.A.V.; SESANA, R.C.; SESANA, J.C.; OLIVEIRA, H.N. Estimativas de parâmetros genéticos para perímetro escrotal na raça Nelore, usando regressão aleatória. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 19., 2005, Tampico, Tamaulipas, México. **Anais...** Tampico: ALPA, 2005. *Submetido*.

ALBUQUERQUE, L.G.; EL FARO, L. Conseqüências da correlação genética entre características. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RAÇAS ZEBUÍNAS, 5., 2002, Uberaba. **Anais...** Uberaba:ABCZ, 2002. p. 269-270.

ALENCAR, M.M.; BARBOSA, P.F.; BARBOSA, R.T.; VIEIRA R.C. Parâmetros genéticos para peso e circunferência escrotal em touros da raça Canchim. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, v.22, n.04, p.572-583, 1993.

ANUALPEC 2004. **Anuário estatístico da produção animal**. São Paulo: FNP, 2004.

APTC PROTOCOL. **Fall ultrasound technician certification program**. Ames: Iowa State University, 2002.

ARAUJO, F.R.C.; MAGNABOSCO, C.U.; REYES, A. de LOS.; MANICARDI, F.; BEZERRA, L.A.F.; LOBO, R.B.; FARIA, C.U.; SAINZ, R.D. Growth and carcass quality in Nellore cattle measured using real-time ultrasound. II (Co)variance components and genetic parameters. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, 2004. *Submetido*.

ARNOLD, J.W.; BERTRAN, J.K.; BENYSHEK, L.L.; LUDWIG, C. Estimates of genetic parameters for live animal ultrasound, actual carcass data and growth traits in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 985, 1991.

AVAL SERVIÇOS TECNOLOGICOS S/S (AVAL, PROTOCOLO – 2004). **O uso da ultra-sonografia para avaliação de carcaça bovina**. Pirassununga, 2004.

BEEF IMPROVEMENT FEDERATION (BIF). **Guidelines for uniform beef improvement programs**. 8<sup>th</sup>. Ed. 2002.

BERGMANN, J.A.G. Melhoramento genético da eficiência reprodutiva em bovinos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 10., 1993, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: CBRA, 1993. p.70-86.

BERGMANN, J.A.G. Indicadores de precocidade sexual em bovinos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 3., 1998. Uberaba. **Anais...** Uberaba: ABCZ, 1998. Disponível em: <<http://www.abcz.org.br/eventos/anais/1998/145-155.doc>>. Acesso: 30 dez. 2004.

BERGMANN, J.A.G.; ZAMBORLINI, L.C.; PROCÓPIO, C.S.O.; ANDRADE, V. J.; VALE FILHO, V.R. Estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.48, p.69-78, 1996.

BERTRAND, J. K. Use of live animal ultrasound carcass measures in carcass evaluation of beef cattle. In: BEEF IMPROVEMENT. FEDERATION. ANN. RES. SYMP. ANNU., 34., 2002. Omaha. **Proceedings...** Omaha, NE: Mtg, 2002. p. 128–134.

BOCCHI, A. L. **Fatores de meio que influenciam o peso à desmama de bovinos da raça nelore em diferentes regiões geográficas**. 80f., 2003. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias, Jaboticabal-SP.

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 Animal Science**. v.76, p. 96-103. 1998.

BOURDON, R.M. **Understanding animal breeding**. New Jersey: Colorado State University, 1997. 523p.

BRINKS, J.S; McINERNEY, J.M.; CHENOWETH, P.J. Relationships of age at puberty in heifers to reproductive traits in young bulls. **Proc. West. Sec. Amenc. Soc. Anim. Sci.**, v.29, p.28-30, 1978.

BRITO, F.V.; TAROUCO, J.U.; CARDOSO, L.L. Estudo de efeitos que afetam as medidas de área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea obtidas por ultra-som em diferentes tipos biológicos de bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba-SP: SBZ, 2001. p. 617-618.

COSTA, B.R.; LAUREANO, M.M.M.; FORNI, S.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de parâmetros genéticos para as características perímetro escrotal, peso ao sobreano e idade ao primeiro parto em um rebanho da raça Nelore. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: SBMA, 2004. 1CD-ROM.

CREWS, D.H.; KEMP, D.J. Genetic parameter for ultrasound and carcass measures of yield and quality among replacement and slaughter beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, p.3008-3020, 2001.

CREWS, D.H.; KEMP, D.J. Genetic evaluation of carcass yield using ultrasound measure on young replacement beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1809-1818, 2002.

CREWS JR, D.H.; POLLAK, E.J.; WEABER, R.L; QUAAS, R.L.; LIPSEY, R.J. Genetic parameters for carcass traits and their live animal indicators in Simmental cattle. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 1427-1433, 2003.

CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M.; GREGORY, K.E.; CROUSE J.D.; DIKEMAN, M.E. Characteristics of diverse breeds in cycle IV of the cattle germoplasm evaluation program. **Beef Research-Progress Report**, v. 4, p. 63-71, 1993.

DEVITT, C.J.B.; WILTON, J.W. Genetic correlation estimates between ultrasound measurements on yearling bulls and carcass measurements on finished steers. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2790-2797, 2001.

DEPARTAMENTO TÉCNICO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE ZEBU: ABCZ. 2004. (DTABCZ). Disponível em: <[http://www.abcz.org.br/site/tecnica/estatisticas/ estat1.htm](http://www.abcz.org.br/site/tecnica/estatisticas/estat1.htm)>. Acesso em: 03 jul. 2005.

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.

DRANSFIELD, E. Modelling post-mortem tenderisation-V: inactivation of calpains. **Meat Science** v.37, p.391, 1994.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4.ed. Harlow: Addison Wesley Longman, 1996. 464p.

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; REYES, A. de LOS.; LOBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F. Análise genética do peso e perímetro escrotal ao sobreano de bovinos da raça Nelore utilizando a amostragem de Gibbs. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: SBMA, 2004. 1CD-ROM.

FIGUEIREDO, L.G.G.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; OLIVEIRA, F.F.; SHIMBO, M.V.; JUBILEU, J.S. 2000. 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-MG: SBMA, 2000. p.385-387.

FONSECA, V.O. Redução do período de serviço em vacas de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 9., 1991, Belo Horizonte, **Anais...** Belo Horizonte-MG: CBRA, 1991. v.2, p.1-21.

GREINER, S.P. **The use of real-time ultrasound and live measurements to predict carcass composition in beef cattle.** 188f. 1997. Thesis. (Ph.D of Philosophy) - Iowa State University, Ames, Iowa.

GREINER S.P.; ROUSE G.H.; WILSON D.E.; CUNDIFF L.V.; WHEELER T.L. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science.** v.81, p.676–682. 2003.

GUILBERT, H.R.; GREGORY, P.W. Some features of growth and development of Hereford cattle. **Journal of Animal Science,** v.11, p.3.1952.

HARDWICK, P.A. Marketing internacional da carne bovina: international manager meat and livestock commission (EU). In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 3., 1998. Uberaba. **Anais...** Uberaba: ABCZ, 1998. p.188.

HERRING, W.O.; KRIESE, L.A.; BERTRAND, J.K.; CROUCH, J. Comparison of four real-time ultrasound systems that predict intramuscular fat in beef cattle. **Journal of Animal Science** v. 76, p. 364-370, 1998.

HOUGHTON, P.L.; TURLINGTON, L.M. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: A Review. **Journal of Animal Science,** v.70, p.930-941, 1992.

JOSAHKIAN, L.A. Programa de melhoramento genético das raças Zebuínas. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL. 3., Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte - MG: SBMA, 2000. 1CD-ROM.

KEMP, D.J.; HERRING, W.O.; KAISER, C.J. Genetic and environmental parameters for steer ultrasound and carcass traits. **Journal of Animal Science,** v.80, p.1489-1496, 2002.

KNIGHTS, S.A.; BAKER, R.L.; GIANOLA, D.; GIBB, J.B. Estimates of heritabilities and of genetic and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus bulls. **Journal of Animal Science,** v.58, n.4, p.887-893, 1984.

LATIMER, F. L.; WILSON, L.L.; CAIN, M. L.; STRICKLIN, W. R. Scrotal measurements in beef bulls: heritability estimates, breed and test station effects. **Journal of Animal Science**. v. 54, p.473. 1982.

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

LOPES, M.A.B.; REZENDE, E.M.M. **ABCZ história e histórias**. 2ª ed. 2001.

LUCERO, C.E.; CAMPOS, L.T.; CARDOSO, F.F.; CARDELLINO, R.A.; DIONELLO, N.J.L. Fatores de correção do ganho de peso pré-desmama, pela idade da mãe e do bezerro, e a data de nascimento, na raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p. 616-118.

MAGNABOSCO, C.U.; OJALA M.; FERNANDES A.; CAETANO A.R.; FAMULA T.R. Efeitos de fatores ambientais sobre medidas corporais e peso em bovinos da raça Brahman no México. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. Disponível em: <[http://www.sbz.org.br/eventos/Fortaleza/Melh\\_anim/Sbz066.pdf](http://www.sbz.org.br/eventos/Fortaleza/Melh_anim/Sbz066.pdf)>. Acesso: 30 fev. 2005.

MAGNABOSCO, C.U.; ARAUJO, F.R.C.; MANICARDI F.; SAINZ R.D.; REYES A.L. Padrões de crescimento e características de carcaça de tourinhos nelore mocho, avaliados por ultra-sonografia em tempo real. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria-RS: SBZ, 2003. 1CD-ROM

MARCONDES, C, R.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; SILVA, P. R. Fatores de ajuste do peso à desmama segundo a idade da vaca ao parto, em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v.50, n.5,p. 625-631,1998.

MAY, S.G.; MIES, W.L.; EDWARDS, J.W.; HARRIS, I.J.; MORGAN, I.B.; GARRET, R.P.; WILLIAMS, F.L.; WISE, J.W.; CROSS, H.R.; SAVELL, J.W. Using live estimates and ultrasound measurements to predict carcass cutability. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 1255-1261, 2000.

MEACHAM, N.S.; NOTTER, D.R. Heritability estimates for calving date in Simmental cattle. **Journal of Animal Science**. v.64, p. 701-705, 1987.

MOSER, D.W.; BERTRAND, J.K.; MISZTAL, I.; KRIESE, L.A.; BENYSHEK, L.L. Genetic parameters for carcass and yearling ultrasound measurements in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2542-2548, 1998.

PECK, C. **A hopeful superpower: beef July 2002**. Disponível em: <[http://beefmag.com/ar/beef\\_hopeful\\_superpower/index.htm](http://beefmag.com/ar/beef_hopeful_superpower/index.htm)> 2002. Acesso: 22 ago. 2004.

PERKINS, T.L.; GREEN, R.D.; HAMLIN, K.E. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**. v.70, p.1002-1010, 1992a.

PERKINS, T.L.; GREEN, R.D.; HAMLIN, K.E.; SHEPARD, H.H.; MILLER, M.F. Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle: evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area. **Journal of Animal Science**. v.70, p.2758-2765, 1992b.

PINEDA N.R. Influência do zebu na produção de carne no Brasil (Influence of zebu on meat production in Brazil). In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL. 3., Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte - MG: SBMA, 2000. p. 130-149.

QUIRINO, C.R.; BERGMANN, J.A. Herdabilidade do perímetro escrotal padronizado e não padronizado para peso corporal usando modelo animal uni e bivariado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora-MG: SBZ, 1997. p.127-129.

REVERTER, A.; JOHNSTON, D.J.; GRASER, H.U.; WOLCOTT, M.L.; UPTON, W.H. Genetic analyses of live animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v.78, p.1786-1795, 2000.

REYES, A. de LOS; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; PRADO, P.R.R.; SANTOS, G.P.B. Variabilidade genética de características de crescimento alternativas para a seleção em gado de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.245-247.

RILEY, D.G.; CHASE JR, C.C.; HAMMOND, A.C.; WEST, R.L.; JOHNSON, D.D.; OLSON, T.A.; COLEMAN, S.W. Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, p.955-962, 2002.

RITCHIE, H. Available technology tools to produce and deliver final products: 2002. **ASAS Western Section Meeting**. Montana: ASAS, 2001. 1 CD-ROM.

ROBINSON, D.L.; HAMMOND, K.; McDONALD, C.A. Live animal measurement of carcass traits: estimation of genetic parameters for beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1128-1135, 1993.

SAINZ, R.D. Qualidade das carcaças e da carne bovina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 2., 1996. Uberaba. **Anais...** Uberaba: ABCZ, 1996.

SAINZ, R.D.; ARAUJO, F.R.C. Tipificação de carcaças de bovinos e suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNE, 1., 2001, São Pedro-SP. **Anais...** Disponível em: < [www.aval-online.com.br](http://www.aval-online.com.br) > Acesso: 30 jul. 2004.

SAINZ, R.D.; ARAUJO, F.R.C. Uso de tecnologias de ultra-som no melhoramento do produto final carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 5., 2002. Uberaba. **Anais...** Uberaba: ABCZ, 2002. Disponível em: < [www.aval-online.com.br](http://www.aval-online.com.br) > Acesso: 30 jul. 2004.

SAUNDERS, A.B. The effect of acidification on myofibrillar proteins. **Meat Science** v.37, p.271, 1994.

SESANA, R.C. **Estimativas de parâmetros genéticos para perímetro e volume escrotal, medidos em diferentes idades em animais da raça Nelore.** 40f., 2005. Trabalho de Iniciação Científica (graduação) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias, Jaboticabal-SP.

SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.; MILLER, M.F.; CROUSE, J.D.; REAGAN, J.O. An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal Animal Science.** v.69, p.171. 1991.

SHEPARD, H.H.; GREEN R.D.; GOLDEN B.L.; HAMLIN K.E.; PERKINS T.L.; DILES J.B. Genetic parameter estimates of live animal ultrasonic measures of retail yield indicators in yearling breeding cattle. **Journal Animal Science.** v.74, p.761-768. 1996.

SHIOTSUKI, L.; MARCONDES, C.R.; NOMELINI, J.; CARVALHO, C.S.; NASCIMENTO, T.R.; LÔBO, R.B. Criação e impacto do uso de touros geneticamente superiores da raça Nelore Padrão. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga-SP: SBMA, 2004. 1CD-ROM.

SILVA, A.E.; DODE, M.A.; UNANIAN, M.M. Avaliação da capacidade reprodutiva do touro. In: Capacidade reprodutiva do touro de corte: funções, anormalidades e fatores que a influenciam. Campo Grande-MS: EMBRAPA-CNPGC, 1993. p.128.

SILVA, J.A.V.; VAN MELIS, M.H.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Estimação de parâmetros genéticos para probabilidade de prenhez aos 14 meses e altura na garupa em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.32, n.5, p.1141-1146, 2003.

SILVEIRA, A.C. Sistema de produção de novilhos precoces. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO DE NOVILHOS PRECOCES, Campinas. **Resumos...** Campinas: CATI, 1995. 56p.

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

SOUZA, J.C.; SILVA, L.O.C.; PINHEIRO, V.G.; GRANDO, R.T.; MALHADO, C.H.M.; FERRAZ FILHO, P.B.; FREITAS, J.A. Estimativas de parâmetros genéticos dos pesos aos 205, 365 e 550 dias de idade em bovinos da raça Guzerá na micro-região de Araraquara. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 4., 2002. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande-MS: SBMA, 2002.

STELZLENI, A.M.; PERKINS, T.L.; BROWN JR, A.H.; POHLMAN, F.W.; JOHNSON, Z.B.; SANDELIN, B.A. Genetic parameter estimates of yearling live animal ultrasonic measurements in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**. v. 80, p. 3150-3153, 2002.

STOUFFER, J.R. Using ultrasound to objectively evaluate composition and quality livestock. **21<sup>st</sup> Century concepts important to meat-animal evaluation**. Wisconsin, 1991. p. 49-54.

STOUFFER, J.R.; WALLENTINE, M.V.; WELLINGTON, G.H.; DIEKMANN, A. New techniques for real time ultrasonic evaluations of beef cattle. **Journal of Animal Science**. v.67, p.121, 1989.

TEMPLE, R.S.; STONAKER H.H.; HOWRY D.; POSANKONY G.; HAZELEUS M.H. Ultrasonic and conductivity methods for estimating fat thickness in live cattle. **Proc. West. Am. Soc. An. Prod.**, v.7, p.477, 1956.

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

TURNER, J.W.; PELTON L.S.; CROSS, H.R. **Using live animal ultrasound measures of ribeye area and fat thickness in yearling Hereford bulls**. College Station: Texas A&M University, 1990. (Texas Agricultural Experiment Station).

VARGAS, C.A. **Estimation of phenotypic and genetic relationships among hip height and productive and reproductive in Brahman cattle**. 133f. 2000. Dissertation (Doctor of Philosophy) – University of Florida, Gainesville, Florida. 2000.

VARGAS, C.A.; ELZO, M.A.; CHASE, C.C.; CHENOWETH JR., P.J.; OLSON, T.A. Estimation of parameters for scrotal circumference, age at puberty in heifers, and hip height in Brahman cattle. **Journal Animal Science**. v.76, p.2536-2541. 1998.

WALDNER, D.N.; DIKERMAN, M.E.; SCHALLES, R.R.; OLSON, W.G.; HOUGHTON, P.L.; UNRUSH, J.A.; CORAH, L.R. Validation of real-time ultrasound technology for predicting fat thickness, longissimus muscle areas and composition of Brangus bulls from 4 months to 2 years age. **Journal of Animal Science**, v. 70, n.3, p. 973-983, 1992.

WATANABE, A.; SATO, H.; TSUNEISHI, E.; MATSUMOTO, M. Effects of fattening o postmortem pH of beef muscles. **Meat Science**, v.35, p.269, 1993.

WILSON, D.E. Application of ultrasound for genetic improvement. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 973-983, 1992.

WILSON, D.E. **Real Time Ultrasound Scanning: Study Guide**. Ames: Iowa State University. 2002.

WILSON, D.E.; WILHAM, R.L.; NORTHCUTT, S.L.; ROUSE, G.H. Genetic parameters for carcass traits estimated from Angus field records. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 2365-2370, 1993.

WILSON, D.E.; ROUSE, G.H.; GRASER, G.H.; AMIN, V. **The prediction of carcass traits using live animal ultrasound**. Ames: Iowa State University, 1998. (Beef Research Report -. A. S. Leaflet R1530).

WILSON, D.E.; ROUSE G.H.; HAYS, C.L. **Real-time ultrasound trait age adjustment factors for replacement Angus heifers**. Ames: Iowa State University, 1999. (Beef Research Report A.S. Leaflet R1627).

WILSON, D.E.; ROUSE G.H.; HAYS, C.L. **Adjustment factors for ultrasound measures in yearling Angus bulls and developing heifers**. Ames: Iowa State University, 2000. (Beef Research Report A.S. Leaflet R1714).

WILSON, D.E.; ROUSE G.H.; HAYS C.L. **Carcass EPDs from Angus Heifer Real-time Ultrasound Scans**. Ames: Iowa State University, 2001a. (Beef Research Report A.S. Leaflet R1736).

WILSON, D.E.; ROUSE G.H.; HAYS C.L. **Genetic Relationship between Live Animal Ultrasound Measures and Scrotal Circumference in Yearling Angus Bulls**. Ames: Iowa State University, 2001b. (Beef Research Report A.S. Leaflet R1737).

## CAPÍTULO 2

### FATORES GENÉTICOS E AMBIENTAIS QUE AFETAM AS CARACTERÍSTICAS ÁREA DO OLHO DE LOMBO E ESPESSURA DE GORDURA MEDIDAS PELA ULTRA-SONOGRAFIA EM BOVINOS DA RAÇA NELORE

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi estudar os fatores genéticos e ambientais que afetam as características de carcaça área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EG), ambas mensuradas entre a região da 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, além da espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), localizada entre o ílio e o ísquio, obtidas por meio da ultra-sonografia em tempo real (*in vivo*). As mensurações de ultra-sonografia foram feitas por meio de um aparelho ALOKA 500V, com sonda linear de 17,2 cm e 3,5 MHz em conjunto com um sistema de captura de imagens (Blackbox, Biotronics, Inc., Ames, IA, EUA). O banco de dados foi composto por cerca de 22.778 animais, dos quais, aproximadamente 2.590 continham medidas de características de carcaça e o peso na data da ultra-sonografia (PS). Esses dados foram coletadas entre os anos de 2002 e 2004 de animais da raça Nelore, machos e fêmeas, com idades entre 450 e 599 dias e distribuídos em dez fazendas de seis estados brasileiros (São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná e Goiás). Para o estudo dos efeitos de ambiente sobre as características de carcaça, foi utilizada a metodologia dos quadrados mínimos, empregando-se modelos fixos, considerando os efeitos de fazenda, ano e estação de nascimento (AN e EN), sexo, manejo alimentar, e as covariáveis idade da vaca ao parto (IVP - efeitos linear e quadrático) e idade do animal (efeitos linear e quadrático para a AOL e linear para a EG e EGP8). Os parâmetros genéticos para AOL, EG, EGP8 e PS foram estimados em análises uni e bi-caráteres com o peso padronizado aos 120 dias, utilizando máxima verossimilhança restrita. Todos os fatores de ambiente afetaram significativamente as características de carcaça, com exceção do AN que não influenciou EG e EGP8 e da IVP que não afetou AOL, de forma significativa. As estimativas de herdabilidade para AOL, EG, EGP8 e PS foram de  $0,29 \pm 0,07$ ;  $0,50 \pm 0,09$ ;  $0,39 \pm 0,08$  e  $0,33 \pm 0,08$  em análise uni-caráter. Em

análise bi-carácter, as estimativas de herdabilidade foram, de 0,35; 0,51; 0,39; 0,66, na mesma ordem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Características de carcaça, espessura de gordura subcutânea na garupa, herdabilidade, bi-carácter, idade da vaca, peso padronizado

**ABSTRACT** – The aim of this work was to study the genetic and environmental factors that affect longissimus muscle area (ULMA) and backfat thickness (UBF), both measured from a cross-sectional image between 12-13<sup>th</sup> rib, and rump fat thickness (URF) localized between hip and pin bones, determined by real-time ultrasound. The real-time ultrasound measurements were collected using an ALOKA 500V, with 17.2 cm, 3.5 MHz linear array transducer and an image capture system (Blackbox, Biotronics, Inc., Ames, IA, EUA). The data set was composed of close to 22,778 animals, with about 2,590 having measurements of carcass traits and weight on scan date (WS). These were collected between 2002 and 2004 in Nellore cattle (*Bos indicus*), females and males, with age between 450 and 599 days and distributed on ten farms across six Brazilian states. The Least Squares methods was used to study the effect of environmental on these traits, using fixed models, considering farm, year and season of birth (YB and SB), sex and type of feed, besides the covariates, age of dam (AOD) and age of animal at measurement. The genetic parameters for ULMA, UBF, URF and WS were estimated in one-trait and two-trait analyses with 120 days standardized weight, using restricted maximum likelihood. All environmental factors significantly affected carcass traits, with the exception of YB for UBF and URF and AOD for ULMA. The heritability estimates and standard errors for ULMA, UBF, URF and WS were respectively  $0.29 \pm 0.07$ ,  $0.50 \pm 0.09$ ,  $0.39 \pm 0.08$  and  $0.33 \pm 0.08$  in one-trait analyses and 0.35, 0.51, 0.39, 0.66 in two-trait analyses, respectively.

**KEYWORDS:** age of dam, carcass traits, heritability, rump fat thickness, standardized-weight, two-trait

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui grande dimensão territorial, apresentando grande diversidade de climas e vegetação para a prática da agropecuária, sendo a pecuária de corte uma atividade fundamental para a economia e o desenvolvimento nacional. Atualmente, o país possui o maior rebanho bovino comercial do mundo e, segundo JOSAHKIAN (2002), estima-se que 80% da população bovina no país tenha alguma composição genética de animais zebuínos (*Bos indicus*).

De acordo com ANUALPEC (2004), o Brasil vem dominando as exportações de carne bovina no mercado mundial, as quais aumentaram em torno de 69% nos últimos seis anos, exportando 1.413 mil toneladas de equivalente-carcaça bovina [(carne sem osso x 1,3) + carne com osso] totalizando mais de 1,7 milhões de dólares americanos.

A carne bovina brasileira, em termos de qualidade, encontra-se aquém dos padrões dos mercados competidores, com produção apenas de quantidade sem consistência e padronização. Segundo CUNDIFF et al. (1993), uma carcaça de qualidade deve apresentar quantidade de gordura suficiente para garantir sua preservação e características desejáveis para o consumo. 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) na carcaça e a maciez da carne. Pesquisas mostram que os consumidores consideram esta última característica como um dos mais importantes componentes da qualidade da carne (CUNDIFF et al. 1993).

Uma maneira de avaliar a qualidade da carcaça, ajudando a melhorar as características organolépticas da carne, sem a necessidade de abate dos animais e sem atribuir escores visuais, é por meio da ultra-sonografia. Em 1974, a Associação Americana de Angus (AAA) começou a utilizar características de carcaça como critérios de seleção em programas de melhoramento genético e, desde então, foram avaliadas mais de 78.000 carcaças. A partir de 1998 foi introduzida a técnica da ultra-sonografia

para a avaliação de carcaça dos animais *in vivo*, e até os dias atuais foram avaliados mais de 400.000 animais pelo ultra-som (AAA, 2005).

A ultra-sonografia é uma forma rápida de coleta de dados, não invasiva, que não deixa resíduo nocivo na carne dos animais avaliados (PERKINS et al. 1992 a & b). Estudos têm demonstrado que a ultra-sonografia é uma ferramenta objetiva e acurada na seleção para musculosidade, espessura de gordura subcutânea, gordura intramuscular e rendimento de carne à desossa (HERRING et al. 1998; WILSON et al. 1998).

Os criadores de bovinos de corte devem produzir carcaças que atendam à demanda do mercado, para isto, é fundamental a seleção de reprodutores para as características de carcaça. Geralmente no Brasil, nos programas de melhoramento genético, têm-se dado ênfase às medidas de peso e circunferência escrotal nas diversas idades, deixando de lado as características de carcaça. Para garantir a segurança e a qualidade da carne, será necessário desenvolver programas de melhoramento genético para qualidade de carcaça, que atendam às exigências do mercado consumidor e promovam o progresso genético do rebanho brasileiro. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estudar os principais fatores ambientais que afetam as características de carcaça mensuradas pela ultra-sonografia em tempo real, bem como suas estimativas de herdabilidade, os quais são de fundamental importância para a elaboração e implantação de programas de melhoramento genético para as mesmas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi desenvolvido com criadores da raça Nelore, associados ao Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore – Nelore Brasil (PMGRN) da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores de Ribeirão Preto-SP (ANCP), conjuntamente com o laboratório da Aval Serviços Tecnológicos S/S e a Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal-SP. Foram avaliadas as características de carcaça área de olho de lombo (AOL) e espessura da gordura

subcutânea (EG), ambas mensuradas nos animais entre a região da 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, transversalmente sobre o músculo *Longissimus dorsi*, além da espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), medida na intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris*, localizados entre o ílio e o ísquio.

Para mensuração das características de carcaça foram coletadas imagens de ultra-som por meio de um aparelho ALOKA 500V, com sonda linear de 17,2 cm, de 3,5 MHz e um acoplador acústico em conjunto com um sistema de captura de imagens (Blackbox, Biotronics, Inc., Ames, IA, EUA). Essas imagens foram, posteriormente, interpretadas pelo laboratório responsável pela garantia da qualidade dos dados (Aval Serviços Tecnológicos S/S), com *software* apropriado e de precisão (duas casas decimais). Para coleta das imagens da AOL e EG, utilizou-se óleo vegetal e um acoplante (*standoff*), para garantir o contato acústico entre a sonda linear e o corpo do animal. Na data da coleta de dados de ultra-som, também foram obtidos os pesos (PS) dos animais.

As características de carcaça e PS foram medidas durante os anos de 2002 até 2004, em aproximadamente 2.590 animais com idades entre 450 e 599 dias, machos e fêmeas, distribuídos em dez fazendas, provenientes dos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná e Goiás. A maioria dos animais estava em regime alimentar em pastagem, sendo que apenas 197 encontravam-se em regime semi-confinados.

Com o objetivo de evitar a influência da seleção, utilizaram-se medidas de peso padronizado aos 120 dias de idade (P120) como “âncora” em análises bi-caracteres, provenientes do arquivo de dados do PMGRN, de animais nascidos entre os anos 1998 e 2003 em todos os rebanhos avaliados.

A verificação da consistência dos dados foi realizada, para cada uma das características analisadas, por meio do programa *Statistical Analysis System* (SAS, 2000). Na consistência dos dados, os animais com medidas três desvios-padrão acima ou abaixo da média do seu grupo de contemporâneos (GC) foram eliminados. Foram excluídos os GC que continham apenas animais filhos de um mesmo touro, além de GC

com menos de três animais para as características de carcaça e PS, enquanto que para o P120, foram eliminados GC com menos de oito animais.

Na Tabela 1 pode-se observar a estrutura do arquivo de dados analisados das características de carcaça, PS e P120. Observa-se que foram excluídos muitos animais após a consistência dos dados das características de carcaça. Isto se justifica pelo fato do arquivo inicial conter muitos dados de animais avaliados pela ultra-sonografia, com amplitudes de idades grandes e idades inadequadas para esta avaliação, variando de 10 até 28 meses de idades, além de animais com medidas repetidas. Contudo, optou-se pela faixa de idade onde se concentrava o maior número de animais com mensurações, a qual era em torno dos 525 dias de idade. Esta faixa de idade é descrita na literatura como a idade mais indicada para se fazer avaliação de carcaça pela ultra-sonografia em animais da raça Nelore criados a campo (pastagem brasileiras), por permitir que os animais expressem variabilidade nas características AOL, EG e a EGP8 (MAGNABOSCO et al. 2003 e SAINZ et al. 2003).

Tabela 1: Estrutura do arquivo de dados analisados das características área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), peso (PS) e pesos padronizados aos 120 dias (P120), de bovinos da raça Nelore.

Característica	N <sup>i</sup>	N <sup>o</sup>	N <sup>o</sup> Touros	N <sup>o</sup> Vacas	N <sup>o</sup> GC
AOL (cm <sup>2</sup> )	4.434	2.590	244	2.451	301
EG (mm)	4.392	2.417	231	2.302	288
EGP8 (mm)	4.384	2.428	232	2.308	291
PS (Kg)	4.654	2.551	231	2.416	308
P120 (Kg)	26.488	22.778	540	11.759	630

N<sup>i</sup> = Número inicial de animais; N<sup>o</sup> = Número de animais analisados; N<sup>o</sup> Touros = Número de touros (pais) por característica; N<sup>o</sup> Vacas = Número de vacas (mães) por característica; N<sup>o</sup>GC = Número de grupos de contemporâneos por característica;

Inicialmente, para verificar como os efeitos de meio influenciam as características de carcaça, foram feitas análises de variância pela metodologia dos quadrados mínimos, estimando-se as médias padronizadas dos efeitos fixos e os coeficientes de

regressão para as covariáveis, por meio do procedimento GLM do SAS (SAS, 2000). Foram empregados modelos fixos considerando as variáveis: fazenda (FZ), sexo (SX), estação de nascimento [EN = primavera (meses: 09, 10 e 11), verão (meses: 12, 01 e 02), outono (meses: 03, 04 e 05) e inverno (meses: 06, 07 e 08)], ano de nascimento (AN= 2000, 2001 e 2002) e manejo alimentar (MA= pastagem ou semi-confinados), além das covariáveis idade da vaca ao parto (IVP) em meses como efeitos linear e quadrático (variando de 23 a 223 meses) e a idade do animal (IDA) em dias como efeito linear e quadrático para a AOL e linear para a EG e EGP8 (variando de 450 a 599 dias).

Para estimação dos componentes de variância, os efeitos fixos foram agrupados para formação de GC. Os animais foram classificados de acordo com três faixas de idade (FI): entre 450 e 499 dias (FI=1), entre 500 e 549 dias (FI=2) e entre 550 e 599 dias (FI=3). Os GC para as características AOL, EG, EGP8 e PS foram definidos pelas variáveis: FZ, ano de coleta de dados (AC), FI, SX, MA e lotes de manejos aos 120 dias, 210 dias, 365 dias, 450 dias e na data do ultra-som. Verificou-se que, incluindo FI no grupo de contemporâneos, a estação de nascimento não mostrou efeito significativo sobre estas características. O GC para a característica P120 foi definido da mesma forma, porém com ano e bimestre de nascimento em lugar de FI e AC.

Os componentes de variância foram estimados em análises uni e bi-caráteres usando um modelo animal, utilizando-se a metodologia REML (*Restricted Maximum Likelihood* – Máxima Verossimilhança Restrita), descrita por PATTERSON & THOMPSON (1971). Para aplicação da REML foi utilizado o programa computacional MTDFREML (*Multiple Trait Derivative-Free Restricted Maximum Likelihood*), desenvolvido por BOLDMAN et al. (1995), que emprega o método da máxima verossimilhança restrita livre de derivadas.

O MTDFREML utiliza o algoritmo simplex para localizar o mínimo de  $-2 \log_e L$  ( $L$  = função de verossimilhança), e os componentes de (co)variância que minimizam a função  $-2 \log_e L$  são estimativas de máxima verossimilhança restrita. Como critério de convergência utilizou-se a variância dos valores do simplex ( $-2 \log_e$  de verossimilhança) inferiores a  $1 \times 10^{-9}$ . Após cada convergência, o programa foi reiniciado, usando as

estimativas obtidas anteriormente, como valores iniciais. Esse procedimento foi repetido até que as diferenças entre as estimativas das duas últimas convergências fossem menores que  $1 \times 10^{-4}$ . A matriz de parentesco para cada característica foi até a terceira geração e possuía um total de 36.133 animais para todas as características estudadas.

O modelo para as características EG, EGP8 e PS incluiu o efeito aleatório genético direto, o efeito fixo do GC e a IDA (efeito linear – variando de 450 a 599 dias) e a IVP (efeitos linear e quadrático – variando de 23 a 283 meses) como covariáveis. A AOL foi analisada pelo mesmo modelo, excluindo a covariável IVP. O modelo pode ser representado em notação matricial como:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{a} + \mathbf{e}$$

em que  $\mathbf{y}$  é o vetor das observações;  $\boldsymbol{\beta}$  é o vetor de efeitos fixos desconhecidos;  $\mathbf{a}$  é o vetor de efeitos aleatórios desconhecidos que representam os valores genéticos aditivos de cada animal;  $\mathbf{e}$  é o vetor de efeitos aleatórios residuais desconhecidos; e  $\mathbf{X}$  e  $\mathbf{Z}$  são as matrizes de incidência, que relacionam os registros aos efeitos fixos e aleatórios genéticos, respectivamente.

As pressuposições acerca da distribuição de  $\mathbf{y}$ ,  $\mathbf{a}$  e  $\mathbf{e}$  podem ser descritas como:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{a} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} \sim N \left\{ \begin{bmatrix} \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \mathbf{Z}\mathbf{G}\mathbf{Z}' + \mathbf{R} & \mathbf{Z}\mathbf{G} & \mathbf{R} \\ \mathbf{G}\mathbf{Z}' & \mathbf{G} & \boldsymbol{\Phi} \\ \mathbf{R} & \boldsymbol{\Phi} & \mathbf{R} \end{bmatrix} \right\},$$

em que  $\mathbf{G}$  é a matriz de variâncias e covariâncias dos efeitos aleatórios do vetor  $\mathbf{a}$ ;  $\mathbf{R}$  é a matriz de variâncias e covariâncias residuais.

As matrizes  $\mathbf{G}$  e  $\mathbf{R}$  são descritas como:  $\mathbf{G} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{G}_0$ , em que  $\mathbf{A}$  é a matriz que indica o grau de parentesco entre os indivíduos;  $\mathbf{G}_0$  é a matriz de variâncias e covariâncias genéticas aditivas entre as características que compõem as observações;  $\otimes$  é o operador produto direto;  $\mathbf{R} = \mathbf{I} \otimes \mathbf{R}_0$ , em que  $\mathbf{I}$  é a matriz identidade de ordem

igual à dimensão linha de  $\mathbf{y}$ ;  $\mathbf{R}_0$  é a matriz de variâncias e covariâncias residuais entre as características que compõem as observações;  $\mathbf{0}$  é o vetor nulo e  $\Phi$  é a matriz nula.

A característica P120 foi analisada pelo mesmo modelo, excluindo as covariáveis e adicionando os efeitos genéticos materno e de ambiente permanente como aleatórios. Foi adicionado também o efeito fixo da classe da idade da vaca ao parto (CIVP) dividida em seis classes, conforme utilizado pelo PMGRN. A covariância genética entre os efeitos aditivo direto e materno foi fixada em zero, como sugerido por ALBUQUERQUE & MEYER (2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 está apresentada a estatística descritiva das características estudadas (P120, PS, AOL, EG e EGP8).

Tabela 2: Estatística descritiva dos dados analisados das características peso padronizado aos 120 dias (P120), peso (PS), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), após a consistência dos dados de bovinos da raça Nelore.

Característica	N <sup>o</sup>	Média ± DP	CV(%)	Mínimo	Máximo
P120 (Kg)	22.778	128,78 ± 19,23	14,93	54,00	209,00
PS (Kg)	2.551	323,93 ± 58,0	17,91	156,00	622,00
AOL (cm <sup>2</sup> )	2.590	48,38 ± 8,72	18,03	14,73	93,87
EG (mm)	2.417	1,93 ± 1,36	56,48	0,40	6,38
EGP8 (mm)	2.428	3,05 ± 1,97	64,65	0,09	9,87

N<sup>o</sup> = Número de animais depois da consistência dos dados (animais analisados); DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação em %.

Os valores das medidas descritivas (médias, valores mínimos e máximos, desvios-padrão) das características estudadas (Tabela 2) são próximos aos relatados por FIGUEIREDO et al. (2000) e ARAUJO et al. (2004), em bovinos da raça Nelore

avaliados no sobreano. Diversos autores, entre eles, WILSON et al. (1999, 2000 e 2001a) e KEMP et al. (2002), em animais da raça Angus, com idades em torno dos 14 meses, relataram valores superiores aos do presente trabalho para as médias e para os valores mínimos e máximos, além de desvios-padrão próximos para AOL e inferiores para EG e EGP8. Em geral, os animais zebuínos têm apresentado menores médias das espessuras de gordura subcutânea que os taurinos (FIGUEIREDO et al. 2000; WILSON et al. 1999; 2000; 2001a & 2001b; CREWS et al. 2003; ARAUJO et al. 2004).

Os coeficientes de variação das características EG e EGP8 estão elevados, mas ainda próximos aos relatados por ARAUJO et al. (2004), em bovinos da raça Nelore. Contudo, são diferentes dos encontrados por WILSON et al. (1999; 2000; 2001a & 2001b) e CREWS et al. (2003), para animais machos e fêmeas das raças Angus e Simental, respectivamente, que encontraram coeficientes de variação entre 33,33% e 47,36% para a EG e EGP8. As diferenças nos coeficientes de variação podem ocorrer pelo sistema de manejo, uma vez que, a maioria dos zebuínos são criados em regimes de pastagem estando sujeitos a maiores variações ambientais.

No presente trabalho a EGP8 foi em média, 58,03% superior à EG, sendo esta diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,0001$ ). Isto pode estar sugerindo que a deposição de gordura na garupa inicia-se mais precocemente. Esta diferença foi superior à relatada por ARAUJO et al. (2004) em animais da raça Nelore e por WILSON et al. (1999; 2000; 2001a e 2001b) em animais da raça Angus, que descreveram diferenças de 20,00% a 38,89%.

O resumo da análise de variância para o estudo dos fatores de meio que afetam as características de carcaça é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Resumo da análise de variância das características, área de olho de lombo (AOL - cm<sup>2</sup>), espessura de gordura subcutânea (EG - mm) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8 - mm) de bovinos da raça Nelore.

FV	GL	QM		
		AOL	EG	EGP8
FZ	9	7.130,02 **	76,53 **	199,77 **
SX	1	8.122,15 **	192,89 **	924,03 **
AN	2	3.776,79 **	0,54	2,56
EN	3	268,53 **	2,35 **	3,44 *
MA	1	5.662,93 **	3,55 *	20,98 **
IVP	1	1,57	10,96 **	15,75 **
(IVP) <sup>2</sup>	1	0,20	7,33 **	15,35 **
IDA	1	126,20 *	26,35 **	29,55 **
(IDA) <sup>2</sup>	1	216,51 *	-	-
Resíduo		34,80	0,62	1,41
GL do Resíduo		2.474	2.397	2.408
R <sup>2</sup>		0,5357	0,4839	0,6399

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação; FZ = Fazenda; SX = Sexo; AN = ano de nascimento; EN = estação de nascimento; MA = manejo alimentar; IVP = idade da vaca ao parto (linear e quadrático); IDA = idade do animal na mensuração (linear e quadrático), \* Significativo (Pr < 0,05); \*\* Significativo (Pr < 0,0001).

Todos os efeitos incluídos no modelo afetaram significativamente as características de carcaça (P < 0,05), com exceção do AN (efeito associado ao clima, manejo, alimentação, entre outros) que não influenciou as características EG e EGP8 de forma significativa.

Na Tabela 4 estão apresentadas as médias estimadas pelo procedimento LSMEANS do programa computacional *Statistical Analysis System* (SAS, 2000) para os principais efeitos fixos por meio da análise de variância.

TABELA 4: Médias estimadas para a área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), de acordo com o sexo, manejo alimentar e estação de nascimento de bovinos da raça Nelore.

FV	Variável dentro da FV	Característica		
		AOL (cm <sup>2</sup> )	EG (mm)	EGP8 (mm)
Sexo	Machos	57,39	1,54	2,43
	Fêmeas	49,40	2,81	5,18
Manejo Alimentar	Pasto	49,60	2,07	3,56
	Semi-confinado	57,19	2,28	4,05
Estação de Nascimento	Primavera	53,69	2,29	3,82
	Verão	52,81	2,20	3,73
	Outono	51,96	2,00	3,67
	Inverno	55,11	2,21	4,01

FV = Fonte de variação;

A característica AOL apresentou média 7,99 cm<sup>2</sup> superior para os machos em relação às fêmeas. A superioridade dos machos era esperada uma vez que os machos, em geral, são mais pesados e musculosos que as fêmeas, concordando com resultados descritos na literatura (WILSON et al. 1999; 2000; 2001a & b). Por outro lado, as características EG e EGP8 apresentaram médias padronizadas (Tabela 4) inferiores para os animais machos quando comparados com as fêmeas, como também era de se esperar fisiologicamente, pois fêmeas tendem a depositar gordura mais precocemente do que os machos, de acordo com as curvas de crescimento alométrico (BURROW et al. 1991). Entretanto, WILSON et al. (2000) relataram médias equivalentes para machos e fêmeas, em animais da raça Angus, com idades entre 320 e 440 dias. Esse resultado, provavelmente, deve-se, principalmente, ao regime alimentar em que esses animais se encontravam.

Os animais criados em regime alimentar semi-confinado apresentaram médias variando de 7,6 % a 13,8 % superiores aos animais criados em regime de pastagem (Tabela 4). SAINZ (1996) relata que animais criados em elevados níveis de alimentação, têm mais oportunidade de depositar gordura na carcaça. Entretanto,

JORGE et al. (1996) e SAINZ (1996) ressaltam que, para se fazer comparações entre tratamentos nutricionais, é necessário ajustar as características para o efeito de peso (corporal ou da carcaça).

Com relação à estação de nascimento, as maiores médias ocorreram no inverno e na primavera para todas as características de carcaça. Diferenças de estação de nascimento estão associadas às diferenças em clima, que vão afetar a disponibilidade de alimentos, principalmente, para animais criados em pastagem, como é o caso do presente trabalho. Trabalhos mostram que animais zebuínos no Brasil, nascidos no inverno e na primavera, chegam ao desmame mais pesados que os animais nascidos no verão e no outono (BOCHI, 2003). Animais nascidos nas estações de inverno e primavera são desmamados no verão e no outono, respectivamente. Desta forma, logo após o desmame, esses animais passam por um período de restrição alimentar. Entretanto, encontram condições ambientais mais favoráveis a medida que se aproximam dos 18 meses de idade, chegando a esta idade em melhores condições corporais. ARAUJO et al. (2004) ressaltam que a cobertura de gordura subcutânea é uma característica muito influenciada pelo manejo nutricional.

A covariável IVP afetou significativamente as características EG e EGP8, mas não a AOL. Com o avanço da idade as vacas vão sofrendo modificações morfo-fisiológicas que são refletidas no desempenho dos seus bezerros, sendo associadas à habilidade maternal da mãe, devido à sua produção de leite e aos cuidados proporcionados à sua cria. ALENCAR (1987) verificou que a produção de leite das vacas (mães) é responsável por 26,2% e 20,3% do ganho em peso do nascimento ao desmame, nas raças Canchim e Nelore, respectivamente. ALENCAR et al. (1992) consideram que a quantidade de leite produzida pela vaca de corte é fundamental para o desenvolvimento do bezerro até a desmama.

Segundo CARDOSO et al. (2004), o período pós-desmama é uma fase importante na avaliação genética de bovinos de corte por corresponder a um período próximo ao produto final e por melhor representar o ambiente de criação, não sendo diretamente influenciado por efeitos maternos. Entretanto, características pós-

desmama, como EG e EGP8 sofreram influência da IVP (Tabela 3) por um efeito residual. SAINZ (1996) relata que o padrão de desenvolvimento do animal pode ter efeitos marcantes na deposição final de osso, músculo e gordura. Esse efeito residual em características de crescimento na fase pós-desmama já foi relatado (MEYER et al. 1993; ELER et al. 1995; ALBUQUERQUE & MEYER 2001). Por outro lado, WILSON et al. (2000), na raça Angus, e BRITO et al. (2001), na raça Nelore, não encontraram efeito significativo da IVP sobre a EG e EGP8. Os autores argumentam que esse efeito não foi significativo pelo fato do modelo de análise incluir o peso do animal como covariável e este estar pré-padronizado para IVP.

Nas Figura 1 estão apresentadas as medidas da EGP8 e a EG preditas em função da IVP, além de suas respectivas equações de regressão. A variação da gordura subcutânea em função da IVP (Figura 1) sugere um possível efeito compensatório, de forma que os bezerros filhos das vacas mais jovens e mais velhas apresentaram maiores EGP8 e EG, enquanto que vacas no auge da maturidade fisiológica produzem bezerros com menores EGP8 e EG. Efeitos semelhantes do comportamento da IVP já foram descritos sobre o ganho médio diário de peso da desmama ao sobreano (MUNIZ, 1996 e COSTA, 2005). Segundo COSTA (2005), quando o crescimento do animal é diminuído em consequência de uma subnutrição, ele é capaz de se recuperar quando cessa a restrição alimentar, crescendo, em geral, em taxas mais aceleradas.

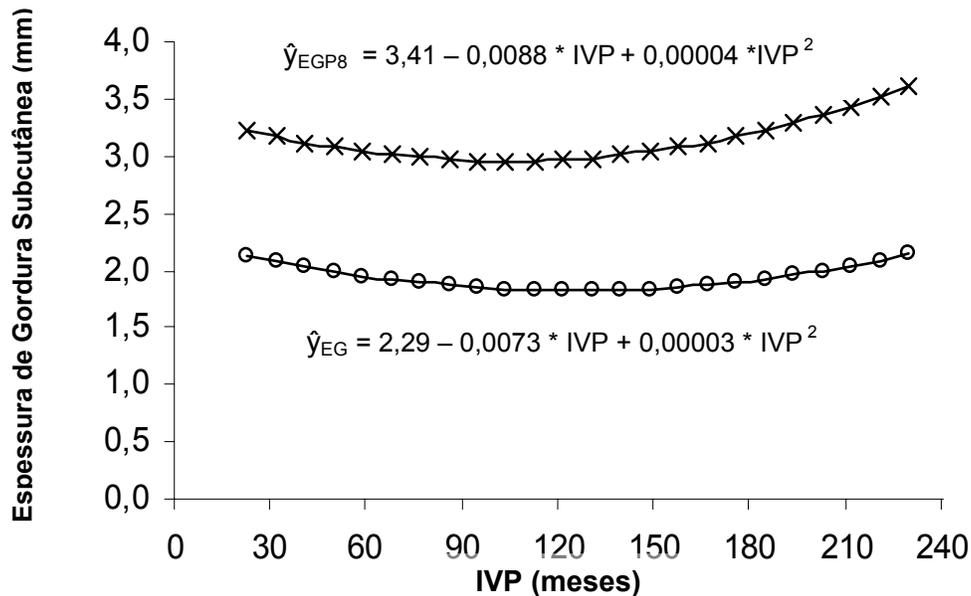


Figura 1 – Valores preditos da espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8) e da espessura de gordura subcutânea (EG) em função da idade da vaca ao parto (IVP), de bovinos da raça Nelore.

A covariável IDA influenciou significativamente ( $P < 0,05$ ) todas as características de carcaça. WILSON et al. (1999), analisando características de carcaça em novilhas da raça Angus, relataram que a IDA ou peso/idade (peso dividido pela idade em dias) influenciaram significativamente a AOL, EG e a EGP8. BRITO et al. (2001), na raça Nelore, observaram que a IDA influenciou significativamente apenas AOL. Os autores sugeriram que as características AOL e a EG devem ser ajustadas para o peso ajustado à idade. Entretanto, KEMP et al. (2002) em análise multi-carácter das características de carcaça, utilizaram dois modelos, um com a IDA como covariável e o outro com a IDA e o peso na data do ultra-som como covariáveis e concluíram que as estimativas dos parâmetros genéticos para as características de carcaça são altamente dependentes do peso do animal, fazendo com que as estimativas fossem mais baixas quando o peso foi incorporado como uma covariável no modelo. No presente trabalho, não foi usado o peso para ajustar as medidas de carcaça, pois aproximadamente 16% dos animais não tinham a medida do peso na data do ultra-som.

Embora o efeito quadrático da IDA sobre a AOL tenha sido estatisticamente significativo (Tabela 3), a AOL aumentou em função da IDA (Figura 2) de forma linear até por volta dos 520-540 dias de idade, com crescimento levemente mais rápido após esta idade. SAINZ (1996) ressalta que este músculo (*Logissimus dorsi*) apresenta maturidade tardia.

Como se pode observar na Figura 3, a espessura de gordura subcutânea aumentou linearmente em função da idade do animal. Em todas as idades, a superioridade observada para a EGP8 em relação à EG, manteve-se praticamente a mesma.

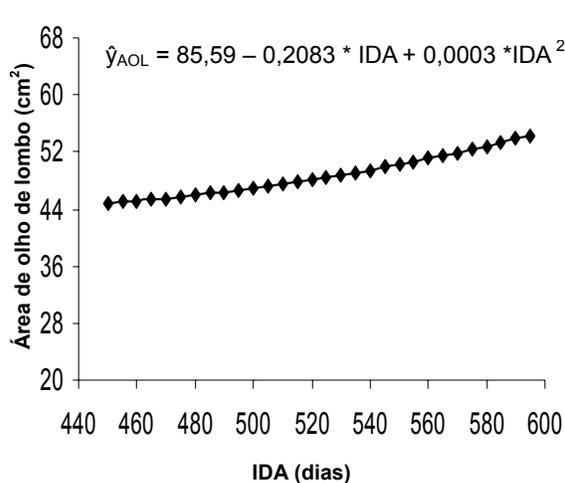


Figura 2 – Valores preditos da área de olho de lombo (AOL) em função da idade do animal (IDA), de bovinos da raça Nelore.

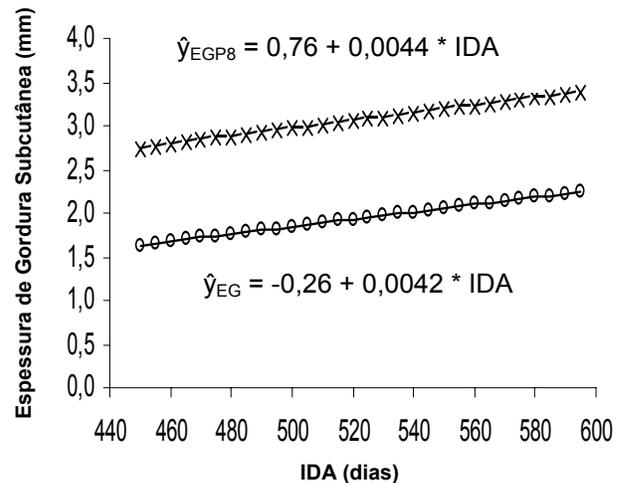


Figura 3 – Valores preditos da espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8) e da espessura de gordura subcutânea (EG) em função da idade da idade do animal (IDA), de bovinos da raça Nelore.

Na Tabela 5 estão apresentadas as estimativas dos componentes de variância e herdabilidade em análises uni-caracteres das características analisadas. Pode-se

evidenciar a alta variabilidade genética das características de carcaça estudadas, principalmente as de gordura subcutânea (EG e EGP8).

Tabela 5: Estimativas de componentes de variância e herdabilidade com seus respectivos erros-padrão em análises uni-caracter para área de olho de lombo (AOL - cm<sup>2</sup>), espessura de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas (EG - mm), espessura de gordura subcutânea da garupa (EGP8 - mm), peso na data do ultra-som (PS - Kg) de animais da raça Nelore.

Característica	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_r^2$	$\hat{h}^2 \pm EP$
AOL	8,64	20,82	0,29 ± 0,07
EG	0,30	0,30	0,50 ± 0,09
EGP8	0,52	0,79	0,39 ± 0,09
PS	255,18	520,65	0,33 ± 0,08

$\hat{h}^2$  = Estimativa de herdabilidade do efeito genético direto; EP = Erro padrão;  $\hat{\sigma}_a^2$  = variância genética aditiva direta;  $\hat{\sigma}_r^2$  = variância residual;

Para o P120 foram estimadas, em análise uni-carácter, herdabilidades direta e materna de  $0,22 \pm 0,03$  e  $0,11 \pm 0,02$ , respectivamente, e proporção entre a variância de ambiente permanente materno e a variância fenotípica de  $0,15 \pm 0,02$ . Esses valores estão de acordo com os descritos na literatura para animais da raça Nelore (REYES et al. 1997; SIQUEIRA et al. 2003).

As herdabilidades para as características AOL, EG, EGP8 e PS estimadas em análises bi-carácter com o P120, foram de 0,35; 0,51; 0,39 e 0,66; respectivamente. Diferenças entre as estimativas obtidas nas análises uni e bi-caracteres, ocorreram apenas para a AOL e PS (considerando não existir diferença nas estimativas para a EG), provavelmente, devido a correlação entre estas características e o P120. Essas estimativas de herdabilidade em análises bi-caracteres, ainda são de magnitudes moderadas a altas, e dentro da amplitude dos valores das herdabilidades estimadas por análises uni-carácter, mais ou menos um erro-padrão.

As herdabilidades estimadas para característica AOL no presente estudo estão próximas às relatadas em raças taurinas, zebuínas e raças compostas (MOSER et al. 1998; STELZLENI et al. 2002; CREWS et al. 2003; SAINZ et al. 2003; ARAUJO et al. 2004).

Para as gorduras subcutâneas (EG e EGP8), as estimativas de herdabilidade neste estudo foram mais altas que diversas estimativas em animais taurinos, evidenciando maior variabilidade genética em animais zebuínos brasileiros (ARNOLD et al. 1991; ROBINSON et al. 1993; MOSER et al. 1998; WILSON et al. 2001 b; KEMP et al. 2002; STELZLENI et al. 2002; ARAUJO et al. 2004). Entretanto, SHEPARD et al. (1996), REVERTER et al. (2000), WILSON et al. (2001 a) e CREWS et al. (2003), estimaram herdabilidades de magnitudes altas para essas características (maiores que 0,40) em animais das raças Angus, Hereford e Simental.

As estimativas de herdabilidade obtidas neste trabalho são próximas às encontradas por ARAUJO et al. (2004), exceto para EGP8, que foi inferior à descrita por esses autores. Os mesmos relataram herdabilidades para as características AOL, EG e EGP8 de animais da raça Nelore estimadas em análises uni-carácter de 0,29; 0,44 e 0,62; respectivamente. Estas altas estimativas de herdabilidade encontradas na raça Nelore, provavelmente, são devido ao fato que animais desta raça não estejam sendo selecionados para essas características de carcaça.

FIGUEIREDO et al. (2000) analisando animais da raça Nelore, próximos aos 17 meses de idade, relataram estimativas de herdabilidade para a AOL e EG de 0,20 e 0,04; respectivamente. Este resultado descrito para a característica EG foi diferente do encontrado neste estudo, provavelmente devido a diferença na metodologia de coleta de dados.

## **CONCLUSÕES**

Os resultados do presente trabalho indicam que para estimação de parâmetros e avaliação genética de animais para características de carcaça medidas pela ultrasonografia, faz-se necessário que as mesmas sejam pré-ajustadas para os efeitos de meio, ou que os mesmos sejam considerados no modelo de análise. Essas características de carcaça apresentam alta variabilidade genética na raça Nelore, podendo ser incluídas em programas de melhoramento genético, devendo responder rapidamente à seleção individual.

## REFERÊNCIAS

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

ALENCAR, M.M. Efeitos da produção de leite sobre o desenvolvimento de bezerros Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.16, n.1, p.1-13, 1987.

ALENCAR, M.M.; RIBEIRO, R.P.; VERISSIMO, C.J.; DURAM, J.T.; MORO, M.E.G. Efeitos da produção de leite das vacas sobre o desenvolvimento pós-desmama de bezerros da raça Canchim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n.1, p. 105-110, 1992.

AMERICAN ANGUS ASSOCIATION (AAA). 2005. **The business breed**. Disponível em: < <http://www.angus.org/sireeval/averages.html> > Acesso: 20 jun. 2005.

ANUALPEC 2004. **Anuário estatístico da produção animal**. São Paulo: FNP, 2004.

ARAUJO, F.R.C.; MAGNABOSCO, C.U.; REYES, A. de LOS.; MANICARDI, F.; BEZERRA, L.A.F.; LOBO, R.B.; FARIA, C.U.; SAINZ, R.D. Growth and carcass quality in Nellore cattle measured using real-time ultrasound. II (Co)variance components and genetic parameters. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, 2004. *Submetido*.

ARNOLD, J.W.; BERTRAN, J.K.; BENYSHEK, L.L.; LUDWIG, C. Estimates of genetic parameters for live animal ultrasound, actual carcass data and growth traits in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 985, 1991.

BEEF IMPROVEMENT FEDERATION (BIF). **Guidelines for uniform beef improvement programs**. 7<sup>th</sup>. Ed. , Kansas State Univ., Manhattan, KS, 1996.

BOLDMAN, K. G.; KRIESE, L. A.; VAN VLECK, L. D.; VAN TASSELL, C. P.; KACHMAN, S. D. **A manual for use of MTDFREML**. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances [DRAFT]. U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Lincoln, NE, 120 p, 1995.

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 Animal Science**. v.76, p. 96-103. 1998.

BURROW, H.M., GULBRANSEN, B., JOHNSON, S.K., DAVIS, G.P., SHORTHOSE, W.R., ELLIOT, R.F. Consequences of selection for growth and heat resistance on growth feed conversion efficiency commercial carcass traits and meat quality of Zebu crossbred cattle. **Australia Journal Agriculture Research**, v.42, p.1373-1383. 1991.

BRITO, F.V.; TAROUCO, J.U.; CARDOSO, L.L. Estudo de efeitos que afetam as medidas de área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea obtidas por ultra-som em diferentes tipos biológicos de bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba-SP: SBZ, 2001. p.617-618.

CARDOSO, F.F.; CARDELLINO, R.A.; CAMPOS, L.T. Componentes de (co)variância e parâmetros genéticos de caracteres pós-desmama em bovinos da raça Angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.313-319, 2004.

COSTA, G.Z. **Estudo de escores visuais e de ganhos médios diários de peso de animais formadores da raça Brangus**. 84 f. 2005. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP.

CREWS JR, D.H.; POLLAK, E.J.; WEABER, R.L; QUAAS, R.L. LIPSEY, R.J. Genetic parameters for carcass traits and their live animal indicators in Simmental cattle. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 1427-1433, 2003.

CUNDIFF, L.V., KOCH, R.M., GREGORY, K.E., CROUSE J.D., DIKEMAN, M.E. Characteristics of diverse breeds in Cycle IV of the cattle germoplasm evaluation program. **Beef Research-Progress Report**. v. 4, p. 63-71, 1993.

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

FIGUEIREDO, L.G.G.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; OLIVEIRA, F.F.; SHIMBO, M.V.; JUBILEU, J.S. 2000. 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-MG: SBMA, 2000. p.385-387.

HOUGHTON, P.L.; TURLINGTON, L.M. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: A Review. **Journal of Animal Science**, v.70, p.930-941, 1992.

JORGE, A.M., FONTES, C.A.A., PAULINO, M.F. Composição física e outras características quantitativas de carcaças de zebuínos não castrados de quatro raças abatidos em três estágios de maturidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza: SBZ, 1996. p.188-190.

JOSAHKIAN, L. A. PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 3., Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte - MG: SBMA, 2000. 1CD-ROM.

KEMP, D.J.; HERRING, W.O.; KAISER, C.J. Genetic and environmental parameters for steer ultrasound and carcass traits. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1489-1496, 2002.

MAGNABOSCO, C.U.; ARAUJO, F.R.C.; MANICARDI F.; SAINZ R.D.; REYES A.L. Padrões de crescimento e características de carcaça de tourinhos nelore mocho, avaliados por ultra-sonografia em tempo real. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria-RS: SBZ, 2003. 1CD-ROM

MEYER, K. Estimates of covariance components for growth traits of Australian Charolais cattle. **Australia Journal Agriculture Research**, v.44, p.1501-1508. 1993.

MOSER, D.W.; BERTRAND, J.K.; MISZTAL, I.; KRIESE, L.A.; BENYSHEK, L.L. Genetic parameters for carcass and yearling ultrasound measurements in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2542-2548, 1998.

MUNIZ, C. A. S. D. **Avaliação do desempenho de bovinos cruzados no Mato Grosso do Sul**. 91f. 1996. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

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

PERKINS, T.L.; GREEN, R.D.; HAMLIN, K.E. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**. v.70, p.1002-1010, 1992a.

PERKINS, T.L.; GREEN, R.D.; HAMLIN, K.E.; SHEPARD, H.H.; MILLER, M.F. Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle: evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area. **Journal of Animal Science**. v.70, p.2758-2765, 1992b.

REVERTER, A.; JOHNSTON, D.J.; GRASER, H.U.; WOLCOTT, M.L.; UPTON, W.H. Genetic analyses of live animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v.78, p.1786-1795, 2000.

REYES, A. de LOS; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; PRADO, P.R.R.; SANTOS, G.P.B. Variabilidade genética de características de crescimento alternativas para a seleção em gado de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.245-247.

ROBINSON, D.L.; HAMMOND, K.; McDONALD, C.A. Live animal measurement of carcass traits: estimation of genetic parameters for beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1128-1135, 1993.

SAINZ, R.D. Qualidade das carcaças e da carne bovina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 2., 1996. Uberaba. **Anais...** Uberaba: ABCZ, 1996.

SAINZ, R.D.; ARAUJO, F.R.C. Tipificação de carcaças de bovinos e suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNE, 1., São Pedro-SP. **Anais...** Disponível em: < [www.aval-online.com.br](http://www.aval-online.com.br) > Acesso: 30 jul. 2004.

SAINZ, R.D.; ARAUJO, F.R.C.; MANICARDI, F.; RAMOS J.R.H.; MAGNABOSCO, C.U.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B.; Melhoramento Genético da Carcaça em Gado Zebuino, In: SEMINÁRIO NACIONAL DE CRIADORES E PESQUISADORES, MELHORAMENTO GENÉTICO E PLANEJAMENTO PECUÁRIO, 12., 2003. Ribeirão Preto-SP. **Anais...** Ribeirão Preto:ANCP, 2003. 1CD-ROM.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT Software: changes and enhancement through release 8.2.** Cary, 2000.

SHEPARD, H. H.; GREEN R. D.; GOLDEN B. L.; HAMLIN K. E.; PERKINS T. L.; DILES J. B. Genetic parameter estimates of live animal ultrasonic measures of retail yield indicators in yearling breeding cattle. **Journal Animal Science**. v.74, p.761-768. 1996.

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

STELZLENI, A.M.; PERKINS, T.L.; BROWN JR, A.H.; POHLMAN, F.W.; JOHNSON, Z.B.; SANDELIN, B.A. Genetic parameter estimates of yearling live animal ultrasonic measurements in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 3150-3153, 2002.

WILSON, D.E. Application of ultrasound for genetic improvement. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 973-983, 1992.

WILSON, D.E. **Real Time Ultrasound Scanning: Study Guide**. Ames: Iowa State University, 2002.

WILSON, D.E.; ROUSE G.H.; HAYS, C.L. **Real-time ultrasound trait age adjustment factors for replacement Angus heifers**. Ames: Iowa State University, 1999. (Beef Research Report A.S. Leaflet R1627).

WILSON, D.E.; ROUSE G.H.; HAYS, C.L. **Adjustment factors for ultrasound measures in yearling Angus bulls and developing heifers**. Ames: Iowa State University, 2000. (Beef Research Report A.S. Leaflet R1714).

WILSON, D.E.; ROUSE G.H.; HAYS C.L. **Carcass EPDs from Angus Heifer Real-time Ultrasound Scans**. Ames: Iowa State University, 2001a. (Beef Research Report A.S. Leaflet R1736).

WILSON, D.E.; ROUSE G.H.; HAYS C.L. **Genetic Relationship between Live Animal Ultrasound Measures and Scrotal Circumference in Yearling Angus Bulls**. Ames: Iowa State University, 2001b. (Beef Research Report A.S. Leaflet R1737).

WILSON, D.E.; ROUSE, G.H.; GRASER, G.H.; AMIN, V. **The prediction of carcass traits using live animal ultrasound**. Ames: Iowa State University, 1998. (Beef Research Report - A. S. Leaflet R1530).

### CAPÍTULO 3

#### ESTIMATIVAS DE CORRELAÇÕES GENÉTICAS ENTRE CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA MEDIDAS PELO ULTRA-SOM E DE CRESCIMENTO EM BOVINOS DA RAÇA NELORE

**RESUMO** - Com o objetivo de estudar as correlações genéticas entre as características de carcaça medidas pela ultra-sonografia, os peso padronizado aos 120, 210, 365, 450 e 550 dias de idade (P120, P210, P365, P450 e P550), o peso na data do ultra-som (PS) e a altura do posterior (ALT), foram utilizados dados de aproximadamente 2.590 animais da raça Nelore com medidas de carcaça. Foram analisados animais machos e fêmeas, com idades entre 450 e 599 dias, nascidos entre os anos de 2000 e 2002 com medidas de área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG), espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), PS e ALT. Para as demais características de crescimento, o arquivo de dados foi proveniente do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore – Nelore Brasil, com animais nascidos de 1998 até 2003. Os dados estavam distribuídos em dez fazendas de seis estados brasileiros (São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná e Goiás). Os componentes de (co)variância foram estimados pela metodologia REML (*Restricted Maximum Likelihood* – Máxima Verossimilhança Restrita) em análises bi e tri-caráteres usando um modelo animal. As correlações genéticas da AOL com as outras características foram: 0,06 (EG), -0,04 (EGP8), 0,05 (ALT), 0,58 (PS), 0,53 (P120), 0,62 (P210), 0,67 (P365), 0,64 (P450) e 0,64 (P550). As correlações genéticas da EG com as outras características foram: 0,74 (EGP8), -0,32 (ALT), 0,19 (PS), -0,03 (P120), -0,11 (P210), 0,04 (P365), 0,00 (P450), 0,06 (P550). As correlações genéticas da EGP8 com as outras características foram: -0,41 (ALT), -0,09 (PS), -0,18 (P120), -0,09 (P210), -0,01 (P365), 0,02 (P450), 0,03 (P550). As estimativas indicam que para obtenção de animais com características de carcaça, tamanho e pesos adequados aos sistemas de produção, faz-se necessário a utilização simultânea destas características em programas de melhoramento genético.

**PALAVRAS-CHAVE:** área de olho de lombo, altura do posterior, *Bos indicus*, espessura de gordura subcutânea na garupa, parâmetros genéticos, peso padronizado

**ABSTRACT** – Data of approximately 2,590 animals of Nelore breed, male and female, were used to estimate genetic correlations among carcass traits measured by ultrasound with weigh standardized at the 120, 210, 365, 450 and 550 days of age (W120, W210, W365, W450 and W550), weight at scanning (WS) and the hip height (HH). The animals with data on longissimus muscle area (ULMA) and backfat thickness (UBF), both measured from a cross-sectional image between 12-13<sup>th</sup> rib and rump fat thickness (URF), WS and HH collected between 450 and 599 days of age, were born between 2000 and 2002. For the other growth traits, the database of the Program of Genetic Improvement of the Nelore Breed - Nelore Brazil was utilized, with animals born from 1998 to 2003. The data were distributed on ten farms in six Brazilian states. The components of covariance were estimated using restricted maximum likelihood (REML) methodology in two and three-traits analyses with an animal model. The genetic correlations between ULMA and the other traits were: 0.06 (UBF), -0.04 (URF), 0.05 (HH), 0.58 (WS), 0.53 (W120), 0.62 (W210), 0.67 (W365), 0.64 (W450) and 0.64 (W550). The genetic correlations between UBF and the other traits were: 0.74 (URF), -0.32 (HH), 0.19 (WS), -0.03 (W120), -0.11 (W210), 0.04 (W365), 0.00 (W450), 0.06 (W550). The genetic correlations between URF and the other traits were: -0.41 (HH), -0.09 (WU), -0.18 (W120), -0.09 (W210), -0.01 (W365), 0.02 (W450), 0.03 (W550). These estimates indicate that to obtain animals with desirable carcass traits, size and weight, it is necessary to take account of these traits simultaneously in programs of genetic improvement.

**KEYWORDS:** *Bos indicus*, genetic parameters, hip height, longissimus muscle area, rump fat thickness, standardized weight

## INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, e vem liderando as exportações de carne bovina, as quais aumentaram em torno de 69% nos últimos seis anos (ANUALPEC, 2004). A demanda pela qualidade e a competição com outras fontes de proteínas de origem animal, como por exemplo, as carnes brancas (aves, suínos e peixes), conduziram à necessidade de produção de carne bovina em um processo diferente, que até então não fazia parte da realidade nacional. Para garantir a segurança e a qualidade da carne brasileira, será necessário desenvolver programas de melhoramento genético para as características de carcaça, que atendam às exigências do mercado consumidor e promovam o progresso genético do rebanho brasileiro.

Geralmente, no Brasil, os programas que fazem avaliações genéticas vêm dando ênfase às medidas de pesos e circunferência escrotal nas diversas idades, deixando de lado as características de carcaça e outras características de crescimento. Vários criadores vêm considerando apenas o peso vivo do animal para selecionar animais com desenvolvimento acelerado, o que pode conduzir a animais grandes, tardios em termos de terminação e sem consistência na qualidade da carcaça. Esta prática pode não ser a mais apropriada em sistemas de criação extensivos.

A característica altura do posterior é de fácil mensuração, menos susceptível às variações de meio ambiente e reflete melhor o tamanho corporal quando comparada à medida de peso vivo do animal (BAKER et al. 1998), podendo ser facilmente incorporada em programas de melhoramento genético.

As características de carcaça podem ser rapidamente avaliadas pela técnica da ultra-sonografia, sem a necessidade de abate dos animais e nem atribuir escores visuais, em um processo objetivo, com possibilidade de obterem-se estimativas de valores genéticos, antes do primeiro acasalamento. Essa é uma forma rápida de coleta de dados, não invasiva e que não deixa resíduos nocivos na carne dos animais avaliados (PERKINS et al.1992 a & b). Segundo HOUGHTON & TURLINGTON (1992) e

SAINZ & ARAUJO (2002), essa é uma técnica de custo aceitável, quando comparado ao tradicional teste de progênie, com abate dos filhos dos animais avaliados. HERRING et al. (1998) ressaltam que esta técnica é uma ferramenta objetiva e acurada na seleção para musculabilidade, gordura subcutânea, marmoreio e rendimento de carne à desossa.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi estudar as possíveis associações genéticas entre as características de carcaça medidas pela ultra-sonografia e características de crescimento em diferentes idades, e verificar as possíveis correlações genéticas dessas características com a altura do posterior ao sobreano.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi desenvolvido com criadores da raça Nelore, associados ao Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore – Nelore Brasil (PMGRN) da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores de Ribeirão Preto-SP (ANCP), conjuntamente com o laboratório da Aval Serviços Tecnológicos S/S e a Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal-SP. Foram medidos animais para as características de carcaça, área de olho de lombo (AOL) e espessura da gordura subcutânea (EG), ambas mensuradas entre a região da 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, transversalmente sobre o músculo *Longissimus dorsi*, além da espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), medida na intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris*, localizados entre o ílio e o ísquio.

Para mensuração das características de carcaça foram coletadas imagens de ultra-som por meio de um aparelho ALOKA 500V, com sonda linear de 17,2 cm, de 3,5 MHz e um acoplador acústico em conjunto com um sistema de captura de imagens (Blackbox, Biotronics, Inc., Ames, IA, EUA). Essas imagens foram, posteriormente, interpretadas pelo laboratório responsável pela garantia da qualidade dos dados (Aval Serviços Tecnológicos S/S). Para coleta das imagens pelo ultra-som, utilizou-se óleo

vegetal, e para a AOL e EG, um acoplante (*standoff*), para garantir o contato acústico entre a sonda linear e o corpo do animal.

As características de carcaça, altura do posterior (ALT) e o peso (PS) dos animais na data do ultra-som foram tomadas durante os anos de 2002 até 2004, em aproximadamente 2.590 animais com idades entre 450 e 599 dias, machos e fêmeas, distribuídos em dez fazendas, provenientes dos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná e Goiás. A maioria dos animais estava em regime alimentar em pastagem, sendo que apenas 197 encontravam-se em regime semi-confinados. Na data da coleta de dados de ultra-som, foram obtidas a ALT e o PS. A ALT foi mensurada com o auxílio de um hipômetro, com o animal contido, tomando a medida da ponta do íleo até o solo, de acordo com o *Beef Improvement Federation Guidelines* (BIF, 1996).

Também foram utilizadas medidas de peso padronizado aos 120, 210, 365, 450 e 550 dias de idade (P120, P210, P365, P450 e P550) provenientes do arquivo de dados do PMGRN, de animais nascidos entre os anos 1998 e 2003 em todos os rebanhos avaliados. Os animais foram pesados trimestralmente, sendo que o intervalo das pesagens foi menor que 180 dias. As seguintes fórmulas foram utilizadas, para expressar o peso em uma mesma base:

**Peso Padrão** =  $P_a + GMD \times d_a$ , em que:

$P_a$  = peso anterior à idade-padrão;

$d_a$  = dias compreendidos entre a pesagem anterior e a idade-padrão;

**GMD** (Ganho Médio Diário) = razão da diferença entre os pesos posterior e anterior, e o número de dias entre as duas pesagens, ou seja:

$$GMD = \frac{P_s - P_a}{I_s - I_a}, \text{ em que:}$$

$P_s$  = peso posterior à idade-padrão;

$I_s$  = idade na pesagem posterior à idade-padrão;

$I_a$  = idade na pesagem anterior à idade-padrão.

A verificação da consistência dos dados foi realizada para cada uma das características analisadas, por meio do programa *Statistical Analysis System* (SAS, 2000). Na consistência dos dados, os animais com medidas três desvios-padrão acima ou abaixo da média do seu grupo de contemporâneos (GC) foram eliminados. Foram excluídos os GC que continham apenas animais filhos de um mesmo touro, além de GC com menos de três animais para as características de carcaça, PS e ALT. Para as características do P365, P450 e P550, foram eliminados GC com menos de cinco animais e para o P120 e P210, foram eliminados GC com menos de oito animais.

Para formação dos GC das características AOL, EG, EGP8, ALT e PS, utilizaram-se as seguintes variáveis: fazenda, ano de coleta dos dados (AC), faixa de idade na coleta dos dados (FI), sexo, manejo alimentar e lotes de manejos aos 120 dias, 210 dias, 365 dias, 450 dias e na data do ultra-som. Os GC para as demais características foram definidos da mesma forma, porém com ano e bimestre de nascimento em lugar do FI e AC.

A faixa de idade na coleta dos dados (FI) foi calculada de acordo com a idade dos animais, totalizando três faixas (FI=1, FI=2, FI=3) por ano de coleta de dados. A FI=1 foi composta de animais entre 450 e 499 dias de idade, a FI=2 de animais entre 500 e 549 dias de idade e a FI=3 de animais entre 550 e 599 dias de idade. A diferença de idade dos animais dentro de cada GC para as características de carcaça, ALT e PS, foi de no máximo 50 dias. Os GC que foram definidos pelas variáveis ano e bimestre de nascimento apresentaram diferença de idade dentro de cada GC de no máximo 60 dias.

Um resumo da estrutura dos dados está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Descrição da estrutura do arquivo dos dados analisados das características área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), peso (PS), pesos padronizados aos 120, 210, 365, 450 e 550 dias (P120, P210, P365, P450, P550) e altura do posterior (ALT), em bovinos da raça Nelore.

Característica	Nº	Média ± DP	Nº Touros	Nº Vacas	NºGC
AOL (cm <sup>2</sup> )	2.590	48,38 ± 8,72	244	2.451	301
EG (mm)	2.417	1,93 ± 1,36	231	2.302	288
EGP8 (mm)	2.428	3,05 ± 1,97	232	2.308	291
PS (Kg)	2.551	323,93 ± 58,00	231	2.416	308
P120 (Kg)	22.778	128,78 ± 19,23	540	11.759	630
P210 (Kg)	17.068	186,72 ± 28,48	490	9.699	534
P365 (Kg)	13.973	250,39 ± 39,84	473	8.121	556
P450 (Kg)	11.957	298,47 ± 46,63	451	6.896	443
P550 (Kg)	4.254	347,14 ± 63,55	249	3.096	201
ALT (cm)	2.356	136,06 ± 5,04	226	2.308	250

Nº= Número de animais com medidas; DP = Desvio Padrão; Nº Touros = Número de touros (pais) por característica; Nº Vacas = Número de vacas (mães) por característica; NºGC = Número de grupos de contemporâneos por característica;

As correlações genéticas foram estimadas em análises bi e tri-caracteres usando um modelo animal, utilizando-se a metodologia REML (*Restricted Maximum Likelihood* – Máxima Verossimilhança Restrita), descrita por PATTERSON & THOMPSON (1971). Para aplicação da REML foi utilizado o programa computacional MTDFREML (*Multiple Trait Derivative-Free Restricted Maximum Likelihood*), desenvolvido por BOLDMAN et al. (1995), que emprega o método da máxima verossimilhança restrita livre de derivadas.

O MTDFREML utiliza o algoritmo simplex para localizar o mínimo de  $-2 \log_e L$  ( $L$  = função de verossimilhança), e os componentes de (co)variância que minimizam a função  $-2 \log_e L$  são estimativas de máxima verossimilhança restrita. Como critério de convergência utilizou-se a variância dos valores do simplex ( $-2 \log_e$  de verossimilhança), inferiores a  $1 \times 10^{-8}$ . Após cada convergência, o programa foi reiniciado, usando as

estimativas obtidas anteriormente, como valores iniciais. Esse procedimento foi repetido até que as diferenças entre as estimativas das duas últimas convergências fossem menores que  $1 \times 10^{-4}$ . A matriz de parentesco para cada característica foi até a terceira geração e possuía um total de 36.133 animais.

O modelo para as características EG, EGP8, ALT e PS incluiu o efeito aleatório genético direto, o efeito fixo do GC e a IDA (efeito linear – variando de 450 a 599 dias) e a IVP (efeitos linear e quadrático – variando de 23 a 283 meses) como covariáveis. A AOL foi analisada pelo mesmo modelo, excluindo a covariável IVP. O P550 foi analisado pelo mesmo modelo, excluindo as covariáveis.

O modelo pode ser representado em notação matricial:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{a} + \mathbf{e}$$

em que  $\mathbf{y}$  é o vetor das observações;  $\boldsymbol{\beta}$  é o vetor de efeitos fixos desconhecidos;  $\mathbf{a}$  é o vetor de efeitos aleatórios desconhecidos que representam os valores genéticos aditivos de cada animal;  $\mathbf{e}$  é o vetor de efeitos aleatórios residuais desconhecidos; e  $\mathbf{X}$  e  $\mathbf{Z}$  são as matrizes de incidência, que relacionam os registros aos efeitos fixos e aleatórios genéticos, respectivamente.

As pressuposições acerca da distribuição de  $\mathbf{y}$ ,  $\mathbf{a}$  e  $\mathbf{e}$  podem ser descritas como:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{a} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} \sim N \left\{ \begin{bmatrix} \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \mathbf{Z}\mathbf{G}\mathbf{Z}' + \mathbf{R} & \mathbf{Z}\mathbf{G} & \mathbf{R} \\ \mathbf{G}\mathbf{Z}' & \mathbf{G} & \boldsymbol{\Phi} \\ \mathbf{R} & \boldsymbol{\Phi} & \mathbf{R} \end{bmatrix} \right\},$$

em que  $\mathbf{G}$  é a matriz de variâncias e covariâncias dos efeitos aleatórios do vetor  $\mathbf{a}$ ;  $\mathbf{R}$  é a matriz de variâncias e covariâncias residuais.

As matrizes  $\mathbf{G}$  e  $\mathbf{R}$  são descritas como:  $\mathbf{G} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{G}_0$ , em que  $\mathbf{A}$  é a matriz que indica o grau de parentesco entre os indivíduos;  $\mathbf{G}_0$  é a matriz de variâncias e covariâncias genéticas aditivas entre as características que compõem as observações;  $\otimes$  é o operador produto direto;  $\mathbf{R} = \mathbf{I} \otimes \mathbf{R}_0$ , em que  $\mathbf{I}$  é a matriz identidade de ordem

igual à dimensão linha de  $\mathbf{y}$ ;  $\mathbf{R}_0$  é a matriz de variâncias e covariâncias residuais entre as características que compõem as observações;  $\mathbf{0}$  é o vetor nulo e  $\Phi$  é a matriz nula.

As características P120, P210 e P365 foram analisadas pelo mesmo modelo, excluindo as covariáveis e adicionando os efeitos genéticos materno e de ambiente permanente como efeitos aleatórios. Foi adicionado também o efeito fixo da classe da idade da vaca ao parto (CIVP), dividida em seis classes, conforme utilizado pelo PMGRN. O P450 foi analisado pelo mesmo modelo, desconsiderando o efeito aleatório de ambiente permanente materno. A covariância genética entre os efeitos aditivo direto e materno foi fixada em zero, como sugerido por ALBUQUERQUE & MEYER (2001).

Posteriormente, foram preditas respostas direta ( $\hat{\mathbf{R}}_x$ ) e respostas correlacionada ( $\hat{\mathbf{RC}}$ ) entre algumas características, assumindo os parâmetros genéticos e fenotípicos calculados neste trabalho, e que a intensidade de seleção para os animais machos e fêmeas (do mesmo rebanho) é a mesma e igual a unidade, pela seguinte fórmulas:

$$\hat{\mathbf{R}}_x = i \cdot \hat{\sigma}_{p(x)} \cdot \hat{h}_x^2, \text{ em que:}$$

$\hat{\mathbf{R}}_x$  é a resposta direta para a característica  $x$ ;  $i$  é a intensidade de seleção da característica  $x$ , sendo=1 (38% de indivíduos selecionados para reprodução);  $\hat{h}_x^2$  é a herdabilidade estimada da característica ( $x$ ),  $\hat{\sigma}_p$  é o desvio-padrão fenotípico da característica ( $x$ ).

$$\hat{\mathbf{RC}}_{(x)} = i_{(y)} \cdot h_{(y)} \cdot h_{(x)} \cdot \hat{r}_{g(x,y)} \cdot \hat{\sigma}_{p(x)}, \text{ onde:}$$

$\hat{\mathbf{RC}}_{(x)}$  é a resposta correlacionada para a característica  $x$ , fazendo-se seleção da característica  $y$ ;  $i$  é a intensidade de seleção da característica  $y$ , sendo=1 (38% de indivíduos selecionados para reprodução);  $h$  é a raiz da herdabilidade,  $\hat{r}_g$  é a

correlação genética entre as respectivas características (x e y),  $\hat{\sigma}_p$  é o desvio padrão fenotípico da característica (x).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentadas as estimativas de correlações genéticas ( $\hat{r}_g$ ) e herdabilidades para as características estudadas. As estimativas de herdabilidade apresentadas na diagonal desta tabela foram obtidas a partir das médias das variâncias genéticas aditivas e fenotípicas, de todas as análises bi e tri-caracteres em que cada característica foi analisada.

Tabela 2: Estimativas de **herdabilidade**<sup>a</sup> na diagonal e correlações genéticas fora da diagonal, em análises bi e tri-caracteres entre as principais características de carcaça medidas por ultrassom e características de crescimento em diferentes idades de bovinos da raça Nelore.

Características	AOL	EG	EGP8	ALT
AOL (cm <sup>2</sup> )	<b>0,35<sup>a</sup></b>	0,06	-0,04	0,05
EG (mm)		<b>0,52<sup>a</sup></b>	0,74	-0,32
EGP8 (mm)			<b>0,40<sup>a</sup></b>	-0,41
ALT (cm)				<b>0,63<sup>a</sup></b>
PS (Kg)	0,58	0,19	-0,09	0,72
P120 (Kg)	0,53	-0,03	-0,12	0,68
P210 (Kg)	0,62	-0,11	-0,09	0,64
P365 (Kg)	0,67	0,04	-0,01	0,53
P450 (Kg)	0,64	0,00	0,02	0,58
P550 (Kg)	0,64	0,06	0,03	0,59

AOL = área de olho de lombo; EG = espessura de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas; EGP8 = espessura de gordura subcutânea na garupa; ALT = altura do posterior; PS = peso na data do ultrassom; P120 = peso padronizado aos 120 dias; P210 = peso padronizado aos 210 dias; P365 = peso padronizado aos 365 dias; P450 = peso padronizado aos 450 dias; P550 = peso padronizado aos 550 dias;

As estimativas de herdabilidade das características estudadas (Tabela 2) foram de amplitudes moderadas a altas indicando que as mesmas devem responder à seleção massal. Estimativas de herdabilidade descritas para AOL, EG e EGP8, tanto para taurinos como zebuínos, por diversos autores como, REVERTER et al. (2000), WILSON et al. (2001a & b), CREWS et al. (2003), SAINZ et al. (2003) e ARAUJO et al. (2004), foram próximas às estimadas neste trabalho. Altas estimativas de herdabilidade para altura do posterior, como encontrada no presente trabalho (Tabela 2), têm sido descritas na literatura (VARGAS et al. 1998 e 2000, e CYRILLO et al. 2001).

As estimativas de herdabilidade para os pesos em diferentes idades foram de magnitudes de moderadas a altas, sendo 0,23; 0,34; 0,45; 0,48 e 0,49 para os pesos padronizados aos 120, 210, 365, 450 e 550 dias de idade, respectivamente; e 0,66 para o PS, indicando que estas características devem responder à seleção. As herdabilidades estimadas para os efeitos maternos foram de: 0,11 (P120), 0,09 (P210), 0,06 (P365) e 0,02 (P450). As proporções entre as variâncias de ambiente permanente materno e as variâncias fenotípicas foram de: 0,13 (P120), 0,14 (P210) e 0,07 (P365).

Resultados semelhantes das estimativas de herdabilidade do efeito direto e materno foram descritos por diversos autores para a raça Nelore (REYES et al. 1997; SIQUEIRA et al. 2003; COSTA et al. 2004; FARIA et al. 2004). LOBO et al. (2000), em revisão bibliográfica, relataram estimativas de herdabilidade do efeito direto para peso em diversas idades, em animais de raças tropicais, variando de 0,08 a 0,98 com médias de 0,23 (P210), 0,37 (P365), 0,31 (P550) e 0,44 (peso aos 24 meses).

As correlações genéticas entre a AOL e as duas medidas de espessura de gordura, foram baixas, próximas de zero, indicando que estas são determinadas por diferentes conjuntos de genes de ação aditiva, e a seleção para AOL, não causará antagonismo no melhoramento genético das EG e EGP8. Quando houver interesse de selecionar tanto para espessura de gordura, quanto para AOL, deve-se usar um índice de seleção econômico, adequado aos objetivos específicos de produção, incluindo essas características.

No sistema americano de tipificação de carcaça em termos de quantidade (*yield grade*), valoriza-se carcaça com maior rendimento de carne comercializável, que é expresso como um percentual do peso da carcaça. Esse aumenta com a musculabilidade do animal, e diminui com o aumento na gordura da carcaça (SAINZ, 1996; SAINZ & ARAUJO, 2001). Neste caso, a seleção se direcionaria para animais com valores genéticos positivos para a AOL e negativos ou próximos de zero para a EG e a EGP8.

A EG e EGP8 são determinadas, em grande parte, pelos mesmos conjuntos de genes de ação aditiva, entretanto, a correlação genética entre elas é inferior a 0,80. ROBERTSON (1959) sugeriu que, quando a correlação genética entre duas características é abaixo de 0,80; ambas devem ser levadas em conta em programas de seleção. A seleção para EGP8 leva a um ganho genético correlacionado esperado em EG, que seria apenas 63% do que seria obtido por seleção direta para EG. Portanto, se faz importante a seleção para ambas as características (EG e EGP8), mesmo porque, a gordura de cobertura apresenta pouca uniformidade na carcaça.

Os resultados obtidos para as correlações entre as características de carcaça concordam com os descritos por diversos autores trabalhando com animais de raças taurinos (REVERTER et al. 2000; WILSON et al. 2001 a & b; KEMP et al. 2002; STELZLENI et al. 2002) e com Nelore (SAINZ et al. 2003).

A altura de posterior apresentou correlação genética próxima de zero com AOL e negativa e moderada com EG e EGP8. Estes resultados indicam que, animais mais altos, tendem a ter menor espessura de gordura subcutânea, ou seja, os animais tendem a ser mais tardios em termos de terminação da carcaça. SAINZ (1996) ressalta que animais de grande porte crescem mais rapidamente e tendem a ter menos gordura do que os de menor porte, em uma mesma condição de criação, na mesma idade (jovens) e em um mesmo peso corporal não elevado. WALDNER et al. (1992) estimaram correlações genéticas entre AOL e ALT similares a este estudo, porém, a correlação genética entre ALT e EG estimadas por esses autores foi próxima de zero (-0,07). RILEY et al. (2002), trabalhando com características de carcaça de animais da

raça Brahman, medidas diretamente na carcaça, encontraram correlações genéticas entre AOL, EG e ALT próximas de zero.

Os pesos nas diferentes idades apresentaram estimativas de correlações genéticas moderadas e positivas com AOL e próximas de zero com as gorduras de cobertura (EG e EGP8), indicando que a seleção para peso deve levar o aumento da AOL em médio ou longo prazo, por resposta correlacionada. Entretanto, como essa correlação não é igual à unidade, resposta mais rápida no aumento da AOL será obtida pela seleção direta dessa característica. Na literatura são relatadas correlações genéticas entre características de carcaça e peso na data do ultra-som, tanto tomadas ao ano como ao sobreano, próximas às estimadas neste trabalho (WALDNER et al. 1992; SHEPARD et al. 1996; WILSON et al. 2001a & b). Contudo, STELZLENI et al. (2002), trabalhando com, aproximadamente, 1.200 animais da raça Brangus, em idades entre 320 e 410 dias, estimaram correlação genética entre EG e PS superior à encontrada no presente trabalho (0,42).

Selecionando-se para o P210, P365 ou P550, as respostas correlacionadas para AOL serão 39%, 24% e 24% menores que a resposta que seria esperada por seleção direta para AOL. Entretanto, seria de se esperar que a intensidade de seleção fosse maior para os pesos, uma vez que esses, por serem de fácil mensuração e baixo custo, permitem que maior número de animais sejam controlados.

As correlações genéticas entre a ALT e os pesos padronizados em diferentes idades foram positivas e de magnitudes moderadas (0,53 a 0,64). Em animais da raça Brahman, VARGAS et al. (2000) estimaram correlação genética (0,75), entre ALT e peso à desmama superior ao encontrado neste trabalho. Correlação genética entre peso e altura aos 378 dias de idade, próxima à obtida no presente trabalho (0,61), foi estimada por CYRILLO et al. (2001), na raça Nelore. Selecionando-se para os pesos P210, P365 ou P550, obter-se-ão respostas correlacionadas esperadas para ALT, de 1,14; 1,09 e 1,27 cm por geração, respectivamente.

As correlações genéticas obtidas entre os pesos em diferentes idades foram positivas e acima de 0,90; indicando que, provavelmente, são os mesmos conjuntos de

genes de ação aditiva que atuam na expressão destas características. Progressos genéticos para pesos em diferentes idades podem ser alcançados pelas suas respostas correlacionadas. Assim sendo, o produtor poderia utilizar como critério de seleção, um peso em uma idade que permita avaliação da habilidade materna (P120 ou P210) e outro peso na idade mais próxima ao período de comercialização (seja na desmama, ao ano ou sobreano).

Estas associações genéticas indicam que a seleção para peso em qualquer idade deve levar o aumento nos pesos nas demais idades, na ALT e na AOL. Desta forma, de médio a longo prazo, a seleção para peso nas diferentes idades pode conduzir a animais mais altos. Considerando que as correlações genéticas de ALT e as espessuras de gordura de cobertura foram negativas e moderadas, esta seleção para peso pode resultar ainda em animais mais tardios em termos de acabamento de carcaça. Assim, para a obtenção de animais com maior peso às idades de comercialização, maiores AOL, melhores espessura de gordura subcutânea e altura moderada, faz se necessário o desenvolvimento de índices econômicos considerando essas características.

## CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho, pode-se concluir que:

- Não existe antagonismo genético entre peso e características de carcaça medidas pelo ultra-som;
- Seleção para peso, a longo prazo, deve levar o aumento da área de olho de lombo;
- Seleção para peso nas diferentes idades deve levar o aumento da altura do posterior por resposta correlacionada e, em consequência, a animais com menores espessura de gordura subcutânea;
- Na busca de animais pesados, com melhor rendimento de carcaça, com melhor cobertura de gordura (essencial) e estatura moderada, os resultados sugerem que necessário se faz compor um índice econômico aliando estas características.

## REFERÊNCIAS

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

ANUALPEC 2004. **Anuário estatístico da produção animal**. São Paulo: FNP, 2004.

ARAUJO, F.R.C.; MAGNABOSCO, C.U.; REYES, A. de LOS.; MANICARDI, F.; BEZERRA, L.A.F.; LOBO, R.B.; DE FARIA, C.U.; SAINZ, R.D. Growth and carcass quality in Nellore cattle measured using real-time ultrasound. II (Co)variance components and genetic parameters. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, 2004. *Submetido*.

BAKER, J. F.; STEWART, T. S.; LONG, C.R.; CARTWRIGHT, T. C. Multiple regression and principal components analysis of puberty and growth in cattle. **Journal of Animal Science**, v.66, p.2147-2158, 1998.

BEEF IMPROVEMENT FEDERATION (BIF). **Guidelines for uniform beef improvement programs**. 7<sup>th</sup>. Ed., Kansas State Univ., Manhattan, KS, 1996.

BOLDMAN, K. G.; KRIESE, L. A.; VAN VLECK, L. D.; VAN TASSELL, C. P.; KACHMAN, S. D.; **A manual for use of MTDFREML**. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances [DRAFT]. U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Lincoln, NE, 120 p, 1995.

COSTA, B.R.; LAUREANO, M.M.M.; FORNI, S.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de parâmetros genéticos para as características perímetro escrotal, peso ao sobreano e idade ao primeiro parto em um rebanho da raça Nelore. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: SBMA, 2004. 1CD-ROM.

CREWS JR, D.H.; POLLAK, E.J.; WEABER, R.L.; QUAAS, R.L. LIPSEY, R.J. Genetic parameters for carcass traits and their live animal indicators in Simmental cattle. **Journal of Animal Science**,. v. 81, p. 1427-1433, 2003.

CYRILLO, J. N. S. G.; RAZOOK A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; NETO L. M. B.; MERCADANTE M. E. Z.; TONHATI H. Estimativas de tendências e parâmetros genéticos do peso padronizado aos 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos nelore de Sertãozinho, SP. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.1, p. 56-65, 2001.

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; REYES, A. de LOS.; LOBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F. Análise genética do peso e perímetro escrotal ao sobreano de bovinos da raça Nelore utilizando a amostragem de Gibbs. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: SBMA, 2004. 1CD-ROM.

HERRING, W.O., KRIESE, L.A., BERTRAND, J.K. e CROUCH, J. Comparison of four real-time ultrasound systems that predict intramuscular fat in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 364-370, 1998.

HOUGHTON, P.L.; TURLINGTON, L.M. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: A Review. **Journal of Animal Science**, v.70, p.930-941, 1992.

KEMP, D.J.; HERRING, W.O.; KAISER, C.J. Genetic and environmental parameters for steer ultrasound and carcass traits. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1489-1496, 2002.

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

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

PERKINS, T.L.; GREEN, R.D.; HAMLIN, K.E. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**. v.70, p.1002-1010, 1992a.

PERKINS, T.L.; GREEN, R.D.; HAMLIN, K.E.; SHEPARD, H.H.; MILLER, M.F. Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle: evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area. **Journal of Animal Science**. v.70, p.2758-2765, 1992b.

REVERTER, A.; JOHNSTON, D.J.; GRASER, H.U.; WOLCOTT, M.L.; UPTON, W.H. Genetic analyses of live animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v.78, p.1786-1795, 2000.

REYES, A. de LOS; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; PRADO, P.R.R.; SANTOS, G.P.B. Variabilidade genética de características de crescimento alternativas para a seleção em gado de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.245-247.

RILEY, D.G.; CHASE JR, C.C.; HAMMOND, A.C.; WEST, R.L.; JOHNSON, D.D.; OLSON, T.A.; COLEMAN, S.W. Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, p.955-962, 2002.

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

SAINZ, R.D. Qualidade das carcaças e da carne bovina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 2., 1996. Uberaba. **Anais...** Uberaba: ABCZ, 1996.

SAINZ, R.D.; ARAUJO, F.R.C. Tipificação de carcaças de bovinos e suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNE, 1., 2001, São Pedro-SP. **Anais...** Disponível em: < [www.aval-online.com.br](http://www.aval-online.com.br) > Acesso: 30 jul. 2004.

SAINZ, R.D.; ARAUJO, F.R.C. Uso de tecnologias de ultra-som no melhoramento do produto final carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 5., 2002. Uberaba. **Anais...** Uberaba: ABCZ, 2002. Disponível em: < [www.aval-online.com.br](http://www.aval-online.com.br) > Acesso: 30 jul. 2004.

SAINZ, R.D.; ARAUJO, F.R.C.; MANICARDI, F.; RAMOS J.R.H.; MAGNABOSCO, C.U.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B.; Melhoramento Genético da Carcaça em Gado Zebuino, In: SEMINÁRIO NACIONAL DE CRIADORES E PESQUISADORES, MELHORAMENTO GENÉTICO E PLANEJAMENTO PECUÁRIO, 12., 2003. Ribeirão Preto-SP. **Anais...** Ribeirão Preto:ANCP, 2003. 1CD-ROM.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT Software: changes and enhancement through release 8.2.** Cary, 2000.

SHEPARD, H. H.; GREEN R. D.; GOLDEN B. L.; HAMLIN K. E.; PERKINS T. L.; DILES J. B. Genetic parameter estimates of live animal ultrasonic measures of retail yield indicators in yearling breeding cattle. **Journal Animal Science**. v.74, p.761-768. 1996.

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

STELZLENI, A.M.; PERKINS, T.L.; BROWN JR, A.H.; POHLMAN, F.W.; JOHNSON, Z.B.; SANDELIN, B.A. Genetic parameter estimates of yearling live animal ultrasonic measurements in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 3150-3153, 2002.

VARGAS, C. A.; ELZO M. A.; CHASE, JR. C. C.; CHENOWETH, P. J.; OLSON T. A. Estimation of parameters for scrotal circumference, age at puberty in heifers, and hip height in Brahman cattle. **Journal Animal Science**, v.76, p. 2536-2541. 1998.

VARGAS, C. A.; ELZO M. A.; CHASE, JR. C. C.; OLSON. T. A. Genetic parameters and relationships between hip height and weight in Brahman cattle. **Journal Animal Science**, v.78, p. 3045-3052. 2000.

WALDNER, D.N.; DIKERMAN, M.E.; SCHALLES, R.R.; OLSON, W.G.; HOUGHTON, P.L.; UNRUSH, J.A.; CORAH, L.R. Validation of real-time ultrasound technology for predicting fat thickness, longissimus muscle areas and composition of Brangus bulls from 4 months to 2 years age. **Journal of Animal Science**, v. 70, n.3, p. 973-983, 1992.

WILSON, D.E.; ROUSE, G.H.; GRASER, G.H.; AMIN, V. **The prediction of carcass traits using live animal ultrasound**. Ames: Iowa State University, 1998. (Beef Research Report - A. S. Leaflet R1530).

WILSON, D.E.; ROUSE G.H.; HAYS C.L. **Carcass EPDs from Angus Heifer Real-time Ultrasound Scans**. Ames: Iowa State University, 2001a. (Beef Research Report A.S. Leaflet R1736).

WILSON, D.E.; ROUSE G.H.; HAYS C.L. **Genetic Relationship between Live Animal Ultrasound Measures and Scrotal Circumference in Yearling Angus Bulls**. Ames: Iowa State University, 2001b. (Beef Research Report A.S. Leaflet R1737).

## CAPÍTULO 4

### ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS ENTRE CIRCUNFERÊNCIA ESCROTAL, ALTURA DO POSTERIOR E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA, MEDIDAS PELO ULTRA-SOM, EM BOVINOS DA RAÇA NELORE

**RESUMO** - Com o objetivo de estudar os parâmetros genéticos entre as características de carcaça medidas pela ultra-sonografia, as circunferências escrotais padronizadas aos 365, 450 e 550 dias de idade (CE365, CE450 e CE550) e destas com o peso na data do ultra-som (PS), peso padronizado aos 120 dias de idade (P120) e a altura do posterior (ALT), foram utilizados dados de medidas de carcaça de aproximadamente 2.590 animais da raça Nelore. Foram analisados animais machos e fêmeas, nascidos entre os anos de 2000 e 2002, com idades entre 450 e 599 dias com medidas de área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8). Para as características reprodutivas e o P120 foi utilizado o arquivo de dados proveniente do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore – Nelore Brasil, com animais nascidos de 1998 até 2003. Os dados estavam distribuídos em dez fazendas de seis estados brasileiros (São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná e Goiás). Para estimação das correlações genéticas entre as características de carcaça e as demais características, foi utilizado o programa computacional MTDFREML (*Multiple Trait Derivative-Free Restricted Maximum Likelihood*), que emprega o método da máxima verossimilhança restrita livre de derivadas, em análises tri-caracteres usando um modelo animal, com o P120 utilizado como “âncora”. As correlações genéticas da AOL com as outras características foram: -0,11 (CE365), 0,00 (CE450 e CE550), 0,58 (PS), 0,53 (P120) e 0,05 (ALT). As correlações genéticas da EG com as outras características foram: 0,14 (CE365 e CE450), -0,12 (CE550), 0,19 (PS), -0,03 (P120) e -0,32 (ALT). As correlações genéticas da EGP8 com as outras características foram: 0,10 (CE365), 0,11 (CE450), 0,00 (CE550), -0,09 (PS), -0,18 (P120) e -0,41 (ALT). As correlações genéticas da ALT

com as características reprodutivas foram: -0,19 (CE365), -0,24 (CE450) e 0,00 (CE550). Utilizando um modelo que não incluiu o peso do animal como covariável, as correlações genéticas da ALT com as características reprodutivas foram: 0,21 (CE365), 0,12 (CE450) e 0,39 (CE550). As estimativas indicam que a seleção para essas características de carcaça, não deve resultar em efeitos antagônicos sobre a circunferência escrotal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Altura do posterior, área de olho de lombo, *Bos indicus*, características reprodutivas, correlação genética, espessura de gordura subcutânea na garupa

**ABSTRACT** - The objective of this work was to study the genetic parameters for carcass traits measured by ultrasound, scrotal circumferences standardized to 365, 450 and 550 days of age (SC365, SC450 and SC550), weight at scanning (WS), standardized weight at 120 days of age (W120) and hip height (HH). Data of approximately 2,590 animals of Nelore breed, male and female, born from 2000 to 2002, with ages among 450 and 599 days with carcass data (longissimus muscle area, ULMA, backfat thickness (UBF) and rump fat thickness, URF) were analyzed. For the reproductive traits and W120, the data were obtained from the Program of Genetic Improvement of Nelore Breed - Nelore Brazil, with animals born from 1998 to 2003. The data were distributed on ten farms across six Brazilian states. The genetic correlations were estimated with the software MTDFREML (Multiple Trait Derivative - Free Restricted Maximum Likelihood), in three-trait analyses using an animal model, with W120 used as "base". The genetic correlations between ULMA and the other traits were: -0.11 (SC365), 0.00 (SC450 and SC550), 0.58 (WS), 0.53 (W120) and 0.05 (HH). The genetic correlations between UBF and the other traits were: 0.14 (SC365 and SC450), -0.12 (SC550), 0.19 (WS), -0.03 (W120) and -0.32 (HH). The genetic correlations between URF and the other traits were: 0.10 (SC365), 0.11 (SC450), 0.00 (SC550), -0.09 (WS), -0.18 (W120) and -0.41 (HH). The genetic correlations between HH and the reproductive traits were: -0.19 (SC365), -0.24 (SC450) and 0.00 (SC550). Using a model that didn't include the weight of the animal as covariate, the genetic correlations between HH and the reproductive traits were: 0.21 (SC365), 0.12 (SC450) and 0.39 (SC550). Those estimates indicate that selection for these carcass traits should not result in antagonistic effects on scrotal circumference.

**KEYWORDS** - *Bos indicus*, genetic correlations, hip height, longissimus muscle area, reproductive traits, rump fat thickness

## INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil vem liderando as exortações de carne bovina no mercado mundial, as quais aumentaram em torno de 69% nos últimos seis anos, totalizando mais de 1,7 milhões de dólares americanos ANUALPEC (2004). Para continuar competindo neste cenário, a pecuária de corte brasileira terá que melhorar os seus índices de produtividade e atender às exigências dos consumidores.

Os problemas reprodutivos são os principais limitantes da eficiência produtiva em bovinos de corte (MATTOS & ROSA, 1984). Entretanto, no Brasil, a maioria dos programas de melhoramento genético, tem dado ênfase, quase que exclusivamente às características de desempenho ponderal, sendo a circunferência escrotal, uma das poucas características reprodutivas que compõem os índices de seleção que vem sendo utilizados.

Visando abertura de novos mercados, com consumidores mais exigentes em termos de qualidade, a inclusão das características de carcaça nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil é fundamental. Neste sentido, há a necessidade não só de verificar como essas características respondem a seleção, mas também como as mesmas se associam às demais características que hoje são consideradas nos programas de seleção.

Uma forma de avaliar a qualidade da carcaça, sem a necessidade de abate dos animais e sem atribuir escores visuais é pelo uso da ultra-sonografia, que é uma forma rápida de coleta de dados, não invasiva e que não deixa resíduos nocivos na carne dos animais avaliados (PERKINS et al. 1992 a & b). HERRING et al. (1998) ressaltaram que esta técnica é uma ferramenta objetiva e acurada na seleção para musculosidade, gordura subcutânea, gordura intramuscular e rendimento de carne à desossa.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi estudar as possíveis associações genéticas entre características de carcaça medidas pela ultra-sonografia e as circunferências escrotais em diferentes idades, além das correlações genéticas entre as

circunferências escrotais nas diferentes idades e destas com o peso e a altura do posterior.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi desenvolvido com criadores da raça Nelore, associados ao Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore – Nelore Brasil (PMGRN) da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores de Ribeirão Preto-SP (ANCP), conjuntamente com o laboratório da Aval Serviços Tecnológicos S/S e a Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal-SP. Foram medidos animais para as características de carcaça da área de olho de lombo (AOL) e espessura da gordura subcutânea (EG), ambas mensuradas entre a região da 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, transversalmente sobre o músculo *Longissimus dorsi*, além da espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), medida na intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris*, localizados entre o ílio e o ísquio.

Para mensuração das características de carcaça foram coletadas imagens de ultra-som por meio de um aparelho ALOKA 500V, com sonda linear de 17,2 cm, de 3,5 MHz e um acoplador acústico em conjunto com um sistema de captura de imagens (Blackbox, Biotronics, Inc., Ames, IA, EUA). Estas imagens foram, posteriormente, interpretadas pelo laboratório responsável pela garantia da qualidade dos dados (Aval Serviços Tecnológicos S/S). Para coleta das imagens da AOL e EG, utilizou-se óleo vegetal e um acoplante (*standoff*), para garantir o contato acústico entre a sonda linear e o corpo do animal.

Na data da coleta de dados de ultra-som foram obtidas a altura do posterior (ALT) e o peso (PS) dos animais. A ALT foi mensurada com o auxílio de um hipômetro, com o animal contido, tomando a medida da ponta do íleo até o solo, de acordo com o *Beef Improvement Federation Guidelines* (BIF, 1996).

As características de carcaça, PS e ALT foram medidas durante os anos de 2002 até 2004, em aproximadamente 2.590 animais com idades entre 450 e 599 dias, machos e fêmeas, distribuídos em dez fazendas, provenientes dos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná e Goiás. A maioria dos animais estava em regime alimentar em pastagem, sendo que apenas 197 encontravam-se em regime semi-confinados.

Além das características de carcaça, também foram utilizadas medidas de peso padronizado aos 120 dias de idade (P120) e circunferências escrotais padronizadas aos 365, 450 e 550 dias de idade (CE365, CE450 e CE550) provenientes do arquivo de dados do PMGRN, de animais nascidos entre os anos 1998 e 2003, em todos os rebanhos avaliados. Foram feitas mensurações trimestrais nesses rebanhos para as características de circunferências escrotais nas determinadas idades e o peso, sendo que o intervalo das mensurações foi menor que 180 dias. As seguintes fórmulas foram utilizadas, para padronizar o peso e as circunferências escrotais para as idades padrão:

**Medida Padrão** =  $M_a + GMD \times d_a$ , em que:

$M_a$  = medida anterior à idade-padrão (peso ou circunferência escrotal);

$d_a$  = dias compreendidos entre a pesagem anterior e a idade-padrão;

**GMD** (Ganho Médio Diário do peso ou circunferência escrotal) = razão da diferença entre as medidas posterior e anterior, e o número de dias entre as duas medidas, ou seja:

$$GMD = \frac{M_s - M_a}{I_s - I_a}, \text{ em que:}$$

$M_s$  = medida posterior à idade-padrão (peso ou circunferência escrotal);

$I_s$  = idade na medida posterior à idade-padrão;

$I_a$  = idade na medida anterior à idade-padrão.

A verificação da consistência dos dados foi realizada, para cada uma das características analisadas, por meio do programa *Statistical Analysis System* (SAS, 2000). Na consistência dos dados, os animais com medidas três desvios-padrão acima ou abaixo da média do seu grupo de contemporâneos (GC) foram eliminados. Foram excluídos os GC que continham apenas animais filhos de um mesmo touro, além de GC com menos de três animais para as características de carcaça, PS, ALT e CE550. Para as características CE365 e CE450, foram eliminados GC com menos de cinco animais e para o P120, foram eliminados GC com menos de oito animais.

Um resumo da estrutura do arquivo de dados está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Estrutura do arquivo dos dados analisados das características área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), peso (PS), peso padronizado aos 120 dias (P120) e altura do posterior (ALT), de bovinos da raça Nelore.

Característica	Nº	Média	DP	Nº Touros	Nº Vacas	NºGC
AOL (cm <sup>2</sup> )	2.590	48,38	8,72	244	2.451	301
EG (mm)	2.417	1,93	1,36	231	2.302	288
EGP8 (mm)	2.428	3,05	1,97	232	2.308	291
PS (Kg)	2.551	323,93	58,00	231	2.416	308
P120 (Kg)	22.778	128,78	19,23	540	11.759	630
ALT (cm)	2.356	136,06	5,04	226	2.308	250
CE365 (mm)	5.377	209,68	22,60	372	3.917	169
CE450 (mm)	5.695	245,87	30,22	385	4.109	188
CE550 (mm)	1.771	276,78	34,44	204	1.543	129

Nº= Número de animais com medidas; DP = Desvio-padrão; Nº Touros = Número de touros (pais) por característica; Nº Vacas = Número de vacas (mães) por característica; NºGC = Número de grupos de contemporâneos por característica;

Para formação dos GC das características AOL, EG, EGP8, ALT e PS, utilizaram-se as seguintes variáveis: fazenda (FZ), ano de coleta de dados (AC), faixa

de idade (FI), sexo (SX), manejo alimentar e lotes de manejos aos 120 dias, 210 dias, 365 dias, 450 dias e na data da coleta de dados. Os GC para as demais características foram definidos da mesma forma, porém com ano e bimestre de nascimento em vez da FI e AC.

A faixa de idade (FI) foi calculada de acordo com a idade dos animais, totalizando três faixas (FI=1, FI=2 e FI=3) por ano de coleta de dados. A FI=1 foi composta de animais entre 450 e 499 dias de idade, a FI=2 de animais entre 500 e 549 dias de idade e a FI=3 de animais entre 550 e 599 dias de idade. Os GC que foram definidos pelas variáveis ano e bimestre de nascimento apresentaram diferença de idade dentro de cada GC de no máximo 60 dias.

Para evitar a influência da seleção, utilizaram-se modelos tri-caracteres usando o P120 como “âncora” em todas essas análises, para estimação dos parâmetros genéticos. Foram utilizados modelos animal, empregando-se a metodologia REML (*Restricted Maximum Likelihood* – Máxima Verossimilhança Restrita), descrita por PATTERSON & THOMPSON (1971). Para aplicação da REML foi utilizado o programa computacional MTDFREML (*Multiple Trait Derivative-Free Restricted Maximum Likelihood*), desenvolvido por BOLDMAN et al. (1995), que emprega o método da máxima verossimilhança restrita livre de derivadas.

O MTDFREML utiliza o algoritmo simplex para localizar o mínimo de  $-2 \log_e L$  ( $L$  = função de verossimilhança), e os componentes de (co)variância que minimizam a função  $-2 \log_e L$  são estimativas de máxima verossimilhança restrita. Como critério de convergência utilizou-se a variância dos valores do simplex ( $-2 \log_e$  de verossimilhança), inferiores a  $1 \times 10^{-9}$ . Após cada convergência, o programa foi reiniciado, usando as estimativas obtidas anteriormente, como valores iniciais. Esse procedimento foi repetido até que as diferenças entre as estimativas das duas últimas convergências fossem menores que  $1 \times 10^{-4}$ . A matriz de parentesco para cada característica foi até a terceira geração e possuía um total de 36.133 animais.

O modelo para as características EG, EGP8, ALT e PS incluiu o efeito aleatório genético direto, o efeito fixo do GC e a IDA (efeito linear – variando de 450 a 599 dias) e

a IVP (efeitos linear e quadrático – variando de 23 a 283 meses) como covariáveis. A AOL foi analisada pelo mesmo modelo, excluindo a covariável IVP.

As circunferências escrotais foram analisadas por dois modelos, o primeiro incluía o efeito aleatório genético direto, o efeito fixo do GC e o peso padronizado nas respectivas idades (efeito linear e quadrático) como covariável. O segundo modelo apenas excluía a covariável peso padronizado.

O modelo pode ser representado em notação matricial como:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{a} + \mathbf{e}$$

em que  $\mathbf{y}$  é o vetor das observações;  $\boldsymbol{\beta}$  é o vetor de efeitos fixos desconhecidos;  $\mathbf{a}$  é o vetor de efeitos aleatórios desconhecidos que representam os valores genéticos aditivos de cada animal;  $\mathbf{e}$  é o vetor de efeitos aleatórios residuais desconhecidos; e  $\mathbf{X}$  e  $\mathbf{Z}$  são as matrizes de incidência, que relacionam os registros aos efeitos fixos e aleatórios genéticos, respectivamente.

As pressuposições acerca da distribuição de  $\mathbf{y}$ ,  $\mathbf{a}$  e  $\mathbf{e}$  podem ser descritas como:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{a} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} \sim N \left\{ \begin{bmatrix} \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \mathbf{Z}\mathbf{G}\mathbf{Z}' + \mathbf{R} & \mathbf{Z}\mathbf{G} & \mathbf{R} \\ \mathbf{G}\mathbf{Z}' & \mathbf{G} & \boldsymbol{\Phi} \\ \mathbf{R} & \boldsymbol{\Phi} & \mathbf{R} \end{bmatrix} \right\},$$

em que  $\mathbf{G}$  é a matriz de variâncias e covariâncias dos efeitos aleatórios do vetor  $\mathbf{a}$ ;  $\mathbf{R}$  é a matriz de variâncias e covariâncias residuais.

As matrizes  $\mathbf{G}$  e  $\mathbf{R}$  são descritas como:  $\mathbf{G} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{G}_0$ , em que  $\mathbf{A}$  é a matriz que indica o grau de parentesco entre os indivíduos;  $\mathbf{G}_0$  é a matriz de variâncias e covariâncias genéticas aditivas entre as características que compõem as observações;  $\otimes$  é o operador produto direto;  $\mathbf{R} = \mathbf{I} \otimes \mathbf{R}_0$ , em que  $\mathbf{I}$  é a matriz identidade de ordem igual à dimensão linha de  $\mathbf{y}$ ;  $\mathbf{R}_0$  é a matriz de variâncias e covariâncias residuais entre as características que compõem as observações;  $\mathbf{0}$  é o vetor nulo e  $\boldsymbol{\Phi}$  é a matriz nula.

A característica P120 foi analisada pelo mesmo modelo, excluindo as covariáveis e adicionando os efeitos genéticos materno e de ambiente permanente como aleatórios. Também foi adicionado o efeito fixo da classe da idade da vaca ao parto (CIVP) dividida em seis classes, conforme utilizado pelo PMGRN. A covariância genética entre os efeitos aditivo direto e materno foi fixada em zero, como sugerido por ALBUQUERQUE & MEYER (2001).

Posteriormente, foram preditas respostas diretas ( $\hat{R}_x$ ) e respostas correlacionadas ( $\hat{RC}$ ) entre as circunferências escrotais em diferentes idades, assumindo os parâmetros genéticos e fenotípicos calculados neste trabalho, e assumindo que a intensidade de seleção para os animais machos e fêmeas (do mesmo rebanho) é a mesma e igual a unidade, pela seguinte fórmulas:

$$\hat{R}_x = i \cdot \hat{\sigma}_p(x) \cdot \hat{h}_x^2, \text{ em que:}$$

$\hat{R}_x$  é a resposta direta para a característica (x) ;  $i$  é a intensidade de seleção da característica (x) , sendo=1 (38% de indivíduos selecionados para reprodução);  $\hat{h}_x^2$  é a herdabilidade estimada da característica (x),  $\hat{\sigma}_p$  é o desvio padrão fenotípico da característica (x).

$$\hat{RC}_{(x)} = i_{(y)} \cdot h_{(y)} \cdot h_{(x)} \cdot \hat{r}_g(x,y) \cdot \hat{\sigma}_p(x), \text{ em que:}$$

$\hat{RC}_{(x)}$  é a resposta correlacionada para a característica (x), fazendo-se seleção da característica y;  $i$  é a intensidade de seleção da característica y, sendo=1 (38% de indivíduos selecionados para reprodução);  $h$  é a raiz da herdabilidade,  $\hat{r}_g$  é a correlação genética entre as respectivas características (x e y),  $\hat{\sigma}_p$  é o desvio padrão fenotípico da característica (x).

Calculou-se a correlação de *Spearman* entre os valores genéticos preditos para circunferência escrotal, obtidos nos dois modelos (utilizando ou não o peso como covariável) considerando todos os animais com dados ou apenas os touros pais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Estimativas de Herdabilidade*

Nas Tabelas 2 e 3 estão apresentadas as estimativas de herdabilidade e correlações obtidas em análises tri-caracteres utilizando o P120 como “âncora” e incluindo ou não o peso à medida no modelo de análise para circunferência escrotal (CE).

Tabela 2: Estimativas de **herdabilidade**<sup>a</sup> do efeito direto na diagonal, correlações genéticas acima da diagonal e correlações de ambiente abaixo da diagonal, entre todas as características estudadas neste trabalho, em análises tri-caracteres com o P120 utilizado como “âncora”, ajustando as circunferências escrotais para peso, em bovinos da raça Nelore.

Características	AOL	EG	EGP8	ALT	PS	P120	CE365	CE450	CE550
AOL	<b>0,35<sup>a</sup></b>	0,06	-0,04	0,05	0,58	0,53	-0,11	0,00	0,00
EG	0,19	<b>0,52<sup>a</sup></b>	0,74	-0,32	0,19	-0,03	0,14	0,14	-0,12
EGP8	0,16	0,48	<b>0,40<sup>a</sup></b>	-0,41	-0,09	-0,18	0,10	0,11	0,00
ALT	0,27	0,35	0,39	<b>0,63<sup>a</sup></b>	0,72	0,68	-0,19	-0,24	0,00
PS	0,45	0,31	0,41	0,23	<b>0,66<sup>a</sup></b>	0,94	-0,03	-0,02	0,13
P120	0,31	0,16	0,07	0,36	0,46	<b>0,25<sup>a</sup></b>	-0,08	-0,03	0,13
CE365	-0,01	-0,34	-0,13	-0,04	0,03	0,09	<b>0,48<sup>a</sup></b>	0,96	0,76
CE450	0,03	-0,46	-0,17	0,18	0,05	0,11	0,72	<b>0,53<sup>a</sup></b>	0,91
CE550	0,26	-0,05	0,17	0,13	0,02	0,17	0,46	0,71	<b>0,42<sup>a</sup></b>

AOL = área de olho de lombo (cm<sup>2</sup>); EG = espessura de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas (mm); EGP8 = espessura de gordura subcutânea na garupa (mm); ALT = altura do posterior (cm); PS = peso na data do ultra-som (Kg); P120 = peso padronizado aos 120 dias (Kg); CE365 = circunferência escrotal padronizadas aos 365 dias e peso na medida (mm); CE450 = circunferência escrotal padronizadas aos 450 dias e peso na medida (mm); CE550 = circunferência escrotal padronizadas aos 550 dias e peso na medida (mm);

As estimativas de herdabilidade para as características de carcaça, PS, P120 e ALT são de amplitudes moderadas a altas e estão discutidas no capítulo 3 (anterior), assim como, suas correlações genéticas.

As circunferências escrotais em diferentes idades apresentaram estimadas de herdabilidade de magnitudes altas (acima de 0,42; Tabela 2 e 3), indicando que as características devem responder rapidamente à seleção massal.

A não inclusão do peso como covariável no modelo de análise levou ao aumento na herdabilidade estimada para CE550, mas praticamente não afetou as estimativas para as outras idades. Esse resultado está de acordo com o observado por QUIRINO & BERGMAN (1997), que estudando animais da raça Nelore, verificaram que as variâncias genéticas e ambientais e as herdabilidades estimadas para circunferência escrotal aos 9, 12, 18 e 24 meses de idade, diminuíram quando o peso do animal foi incluído no modelo de análise. Resultados opostos foram descritos por DIAS et al. (2003), também na raça Nelore, os autores relataram estimativas de herdabilidade superiores para esta característica quando peso e idade foram considerados no modelo. Estimativas de herdabilidade para circunferência escrotal, nessas respectivas idades, próximas as deste estudo, foram descritas por diversos autores (COSTA et al. 2004; FARIA et al. 2004; ALBUQUERQUE et al. 2005; SEZANA, 2005).

As herdabilidades estimadas para a circunferência escrotal em diferentes idades (365, 450 e 550 dias), sugerem que a melhor idade para se fazer seleção desta característica, fica em torno dos 450 dias. Esse resultado deve-se, provavelmente, pelo fato de que animais mais jovens (365 dias de idade), ainda não expressaram seu potencial para a característica, enquanto que os animais mais velhos (550 dias de idade), possivelmente a maior parte deles já atingiu a puberdade, fazendo com que a variabilidade genética diminuísse nesta idade. Resultado semelhante foi descrito por ALBUQUERQUE et al. (2005), estudando animais da raça Nelore, que estimaram maiores herdabilidades para a circunferência escrotal entre 400 e 480 dias de idade, por meio da regressão aleatória. Entretanto, SEZANA (2005) não encontrou grandes

diferenças nas estimativas de herdabilidade para CE aos 12, 16, 18 e 21 meses de idade, que foram de 0,43 a 0,46.

Tabela 3: Estimativas de **herdabilidade<sup>a</sup>** do efeito direto e correlações genéticas ( $\hat{r}_g$ ) e ambientais ( $\hat{r}_e$ ), em análises tri-caracteres utilizando o P120 como “âncora”, entre as características estudadas neste trabalho, sendo as circunferências escrotais em diferentes idades sem ajustar para os pesos, em bovinos da raça Nelore.

Características	CE365 (mm)		CE450 (mm)		CE550 (mm)	
<b>Correlações</b>	$\hat{r}_g$	$\hat{r}_e$	$\hat{r}_g$	$\hat{r}_e$	$\hat{r}_g$	$\hat{r}_e$
AOL (cm <sup>2</sup> )	0,28	0,13	0,24	0,25	0,00	0,48
EG (mm)	0,17	-0,15	0,17	-0,20	-0,19	0,08
EGP8 (mm)	0,05	0,00	0,11	-0,09	-0,18	0,24
ALT (cm)	0,21	0,13	0,12	0,33	0,39	0,20
PS (Kg)	0,58	0,31	0,49	0,39	0,72	0,25
P120 (Kg)	0,57	0,35	0,51	0,33	0,53	0,34
<b>Herdabilidade<sup>a</sup></b>	<b>0,48<sup>a</sup></b>		<b>0,54<sup>a</sup></b>		<b>0,49<sup>a</sup></b>	

AOL = área de olho de lombo; EG = espessura de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas; EGP8 = espessura de gordura subcutânea na garupa; ALT = altura do posterior; PS = peso na data do ultrassom; P120 = peso padronizado aos 120 dias; CE365 = circunferência escrotal padronizadas aos 365 dias; CE450 = circunferência escrotal padronizadas aos 450 dias; CE550 = circunferência escrotal padronizadas aos 550 dias;

#### *Estimativas de correlação genética*

As correlações genéticas (Tabela 2) entre as características de carcaça e as circunferências escrotais padronizadas para peso em diferentes idades (CE365, CE450 e CE550) foram próximas de zero, indicando que, a seleção para estas características de carcaça não resultará em efeitos antagônicos na circunferência escrotal e vice-versa.

Considerando que a circunferência escrotal é utilizada como uma característica indicadora de precocidade sexual (BERGMANN, 1998), e espera-se que animais sexualmente precoces iniciem a deposição de gordura na carcaça mais cedo, seria esperado que houvesse correlação genética positiva entre circunferência escrotal e

espessura de gordura subcutânea, pelo menos em idades mais jovens, o que não foi confirmado pelo presente trabalho (Tabela 2 e 3).

Os resultados das correlações genéticas entre as características de carcaça e as circunferências escrotais estimadas nesse trabalho, concordam com WILSON et al. (2001) que encontraram estimativas de correlação entre a circunferência escrotal e características de carcaça em torno de 0,06. Entretanto, TURNER et al. (1990), estudando animais da raça Hereford e JOHNSON et al. (1993) estudando animais da raça Brangus, relataram correlações genéticas negativas entre espessura de gordura subcutânea e circunferência escrotal (-0,89 e -0,33; nesta ordem) e correlações genéticas positivas e de magnitudes baixas a moderadas entre a AOL e a circunferência escrotal (0,49 e 0,19; respectivamente). Porém, o volume de dados analisados por TURNER et al. (1990) foi relativamente pequeno (385 animais machos).

Quando a circunferência escrotal não foi ajustada para peso (Tabela 3), as correlações genéticas estimadas com as características da espessura de gordura subcutânea (EG e EGP8) mudaram muito pouco. Maiores mudanças ocorreram nas estimativas obtidas para a correlação de CE365 e CE450 com AOL (Tabela 3), que assumiram valores semelhantes ao descrito por JOHNSON et al (1993).

Na Tabela 2 observa-se que, ao contrário do descrito em vários trabalhos, P120 e PS apresentaram correlações genéticas próximas de zero com as circunferências escrotais. Quando as CE não foram corrigidas para peso, estas correlações genéticas foram positivas e de amplitudes moderadas a altas, de acordo com resultados obtidos na raça Nelore (BERGMANN et al. 1996; COSTA et al. 2004; FARIA et al. 2004). Estes resultados podem explicar o aumento da correlação genética entre AOL e CE365 e CE450, quando estas últimas não foram padronizadas para peso, entretanto isto não ocorreu para CE550.

As associações genéticas entre a ALT e a circunferência escrotal padronizadas para peso nas três diferentes idades foram negativas e baixas (Tabela 2). Entretanto, quando CE não foi ajustada para peso, as estimativas foram positivas e de magnitudes baixas a moderadas (Tabela 4). VARGAS et al. (1998), estudando animais da raça

Brahman, próximos aos 550 dias de idade, relataram estimativa de correlação genética entre essas características, positiva e próxima de zero (0,19), porém com poucas medidas (684 medidas para ALT e 287 mensurações da circunferência escrotal).

Estes resultados sugerem que a circunferência escrotal é determinada, em parte, pelos mesmos conjuntos de genes de ação aditiva que afetam as características de crescimento.

As estimativas de correlações genéticas entre as circunferências escrotais padronizadas ou não para o peso, nas três diferentes idades, foram positivas e altas. As maiores correlações foram em idades mais próximas, sendo um pouco mais elevadas, quando não se ajustou as circunferências escrotais para o peso, com estimativas de 0,96; 0,81 e 0,92; respectivamente, entre CE365 x CE450, CE365 x CE550 e CE450 x CE550. Na literatura são poucos trabalhos sobre estas correlações genéticas em animais da raça Nelore. BERGMANN et al. (1996) estimaram correlação genética inferior à do presente trabalho (0,76) entre a CE365 e CE550, sem ajustar para peso. Correlações genéticas positivas e altas entre as CE em diferentes idades, também foram obtidas por ALBUQUERQUE et al. (2005), utilizando regressão aleatória. Da mesma forma, SEZANA (2005) descreveu estimativas de correlações genéticas entre as circunferências escrotais nas idades de 9, 12, 15, 18 e 21 variando de 0,76 a 0,97, conforme encontrado no presente estudo.

Em animais da raça Canchim, ALENCAR et al. (1993) relataram estimativas de correlações genéticas entre as circunferências escrotais medidas próximas aos 365, 550 e 730 dias de idade, positivas e acima de 0,68; com correlações mais altas quando as medidas foram feitas em idades mais próximas, conforme encontrado neste trabalho.

Na Tabela 4, pode-se observar respostas diretas e correlacionadas esperadas, assumindo-se os parâmetros genéticos e fenotípicos estimados neste trabalho, e intensidade de seleção igual à unidade, para os animais machos e fêmeas (38% de indivíduos selecionados para reprodução). Neste exemplo de simulação, obtiveram-se respostas correlacionadas favoráveis entre as CE, e as melhores respostas foram quando se utilizou a CE450 como critério de seleção. Esses resultados sugerem que

não se faz necessário a mensuração da circunferência escrotal nessas três diferentes idades. Entretanto, para se estabelecer a melhor idade para mensuração da CE, deve-se verificar em que idade a mesma apresentaria correlações genéticas mais favoráveis com características reprodutivas de machos e fêmeas.

Tabela 4: Respostas **diretas** na diagonal e correlacionadas fora da diagonal, das circunferências escrotais em diferentes idades de bovinos da raça Nelore, utilizando os parâmetros genéticos estimados em dois diferentes modelos.

		Característica de seleção direta		
		CE365 (mm)	CE450 (mm)	CE550 (mm)
		Com ajuste para peso		
Respostas	CE365 (mm)	<b>7,28</b>	7,57**	5,71
	CE450 (mm)	10,23	<b>11,55</b>	10,01
	CE550(mm)	7,98	10,36	<b>10,84</b>
		Sem ajuste para peso		
Respostas	CE365 (mm)	<b>9,08</b>	9,16**	6,88
	CE450 (mm)	10,81	<b>11,83</b>	9,69
	CE550 (mm)	8,22	9,81**	<b>9,49</b>

CE365 = circunferência escrotal padronizadas aos 365 dias; CE450 = circunferência escrotal padronizadas aos 450 dias; CE550 = circunferência escrotal padronizadas aos 550 dias; \*\* = Melhores predições de respostas correlacionas pela seleção indireta, quando comparada com a seleção direta;

As correlações de *Spearman* entre os valores genéticos das CE de todos os animais com dados, obtidos pelos dois modelos de análise, foram altas, sendo de 0,81 para CE365 e 0,98 para CE450 e CE550. Quando se consideraram apenas os touros, estas correlações foram de 0,75 (CE365), 0,97 (CE450) e 0,98 (CE550). Esses resultados indicam que, para CE aos 450 e 550 dias de idade, a inclusão do peso no modelo praticamente não deve mudar a classificação dos animais ou dos touros. Entretanto, aos 365 dias de idade, as mudanças de classificação podem ser importantes e outros estudos a respeito de como ajustar a CE precisam ser conduzidos.

## CONCLUSÕES

As estimativas de herdabilidade e correlações genéticas estimadas no presente trabalho, indicam que:

- Progressos genéticos podem ser alcançados nas características de carcaça sem antagonismo nos pesos e circunferências escrotais nas diferentes idades;
- É possível selecionar animais com maiores circunferências escrotais nas diferentes idades utilizando apenas a circunferência escrotal mensurada próxima aos 450 dias de idade;
- A seleção para circunferência escrotal deve levar à resposta correlacionada no mesmo sentido, para as características de crescimento.

## REFERÊNCIAS

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

ALBUQUERQUE, L. G.; SILVA, J.A.V.; SESANA, R.C.; SESANA, J.C.; OLIVEIRA, H.N. Estimativas de parâmetros genéticos para perímetro escrotal na raça Nelore, usando regressão aleatória. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 19., 2005, Tampico, Tamaulipas, México. **Anais...** Tampico: ALPA, 2005. Submetido.

ALENCAR, M.M.; BARBOSA, P.F.; BARBOSA, R.T.; VIEIRA R.C. Parâmetros genéticos para peso e circunferência escrotal em touros da raça Canchim. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, v.22, n.04, p.572-583, 1993.

ANUALPEC 2004. **Anuário estatístico da produção animal**. São Paulo: FNP, 2004.

BEEF IMPROVEMENT FEDERATION (BIF). **Guidelines for uniform beef improvement programs**. 7<sup>th</sup>. Ed. , Kansas State University, Manhattan, KS, 1996.

BERGMANN, J.A.G.; ZAMBORLINI, L.C.; PROCÓPIO, C.S.O.; ANDRADE, V. J.; VALE FILHO, V.R. Estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.48, p.69-78, 1996.

BERGMANN, J.A.G. Indicadores de precocidade sexual em bovinos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 3., 1998. Uberaba. **Anais...** Uberaba: ABCZ, 1998. Disponível em: <<http://www.abcz.org.br/eventos/anais/1998/145-155.doc>>. Acesso: 30 dez. 2004.

BOLDMAN, K. G.; KRIESE, L. A.; VAN VLECK, L. D.; VAN TASSELL, C. P.; KACHMAN, S. D.; **A manual for use of MTDFREML**. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances [DRAFT]. U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Lincoln, NE, 120 p, 1995.

COSTA, B.R.; LAUREANO, M.M.M.; FORNI, S.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de parâmetros genéticos para as características perímetro escrotal, peso ao sobreano e idade ao primeiro parto em um rebanho da raça Nelore. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: SBMA, 2004. 1CD-ROM.

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.

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; REYES, A. de LOS.; LOBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F. Análise genética do peso e perímetro escrotal ao sobreano de bovinos da raça Nelore utilizando a amostragem de Gibbs. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: SBMA, 2004. 1CD-ROM.

HERRING, W.O., KRIESE, L.A., BERTRAND, J.K. e CROUCH, J. Comparison of four real-time ultrasound systems that predict intramuscular fat in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 364-370, 1998.

JOHNSON M. Z., SCHALLES R. R., DIKEMAN M. E., GOLDEN B. L. Genetic parameter estimates of ultrasound-measured longissimus muscle area and 12<sup>th</sup> rib fat thickness in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2623-2630, 1993.

MATTOS, S.; ROSA, A. N. Desempenho reprodutivo de fêmeas das raças zebuínas. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, v.10, n. 112, p. 29-33, 1984.

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

PERKINS, T.L.; GREEN, R.D.; HAMLIN, K.E. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**. v.70, p.1002-1010, 1992a.

PERKINS, T.L.; GREEN, R.D.; HAMLIN, K.E.; SHEPARD, H.H.; MILLER, M.F. Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle: evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area. **Journal of Animal Science**. v.70, p.2758-2765, 1992b.

QUIRINO, C.R.; BERGMANN, J.A. Herdabilidade do perímetro escrotal padronizado e não padronizado para peso corporal usando modelo animal uni e bivariado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora-MG: SBZ, 1997. p.127-129.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT Software: changes and enhancement through release 8.2.** Cary, 2000.

SESANA, R.C. **Estimativas de parâmetros genéticos para perímetro e volume escrotal, medidos em diferentes idades em animais da raça Nelore.** 40f., 2005. Trabalho de Iniciação Científica (graduação) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias, Jaboticabal-SP.

TURNER, J.W.; PELTON L.S.; CROSS, H.R. Using live animal ultrasound measures of ribeye area and fat thickness in yearling Hereford bulls. **Texas Agricultural Experiment Station**, Texas A&M University, College Station, Texas. 1990.

VARGAS, C. A.; ELZO M. A.; CHASE, JR. C. C.; CHENOWETH, P. J.; OLSON T. A. Estimation of parameters for scrotal circumference, age at puberty in heifers, and hip height in Brahman cattle. **Journal Animal Science**, v.76, p. 2536-2541. 1998.

WILSON, D.E.; ROUSE G.H.; HAYS C.L. **Genetic Relationship between Live Animal Ultrasound Measures and Scrotal Circumference in Yearling Angus Bulls**. Ames: Iowa State University, 2001. (Beef Research Report A.S. Leaflet R1737).

## CAPÍTULO 5 - IMPLICAÇÕES

A otimização da eficiência produtiva do rebanho é de fundamental importância na pecuária de corte nacional, a qual vem buscando animais que cresçam rapidamente, atingindo a maturidade sexual em idades mais jovens. O desenvolvimento dos animais está relacionado com a curva de crescimento alométrico, onde o esqueleto se desenvolve mais cedo, seguido pela musculatura e posteriormente pelo tecido adiposo. Neste sentido, as características indicadoras de composição do peso vivo do animal podem auxiliar os programas de melhoramento na busca de animais com maior musculatura e terminação precoce. Atualmente, a técnica da ultra-sonografia vem sendo empregada para a avaliação e seleção das características relacionadas à qualidade de carcaça.

No presente estudo, as características de carcaça, quantificadas por meio da ultra-sonografia, mostraram ser influenciadas pelos fatores de meio, tais como, ano e estação de nascimento, sexo, manejo alimentar, idade do animal e da vaca ao parto. Desta forma, esses efeitos devem ser considerados para estimação de parâmetros e predição de valores genéticos.

Os parâmetros genéticos estimados indicaram a existência de variabilidade genética considerável em todas as características estudadas. As características de carcaça devem responder rapidamente à seleção massal, sem causar antagonismo genético em peso e circunferência escrotal.

Neste estudo, não se evidenciou que a espessura de gordura subcutânea, característica de acabamento, tenha alguma associação com circunferência escrotal, característica indicadora de precocidade sexual. Contudo, estudos sobre as possíveis associações entre características de carcaça medidas pelo ultra-som, principalmente da espessura de gordura subcutânea e outras características indicadoras de precocidade sexual, tais como, idade ao primeiro parto ou ocorrência de prenhez precoce, ainda precisam ser realizados.

Os resultados desse trabalho mostraram ser possível selecionar animais para maiores circunferências escrotais nas diferentes idades utilizando-se apenas uma medida de circunferência escrotal tomada próxima aos 450 dias de idade (CE450).

Uma característica que deve ser considerada em programas de seleção é a altura do posterior (ALT), pois o tamanho do animal tem uma correlação genética negativa com a espessura de gordura subcutânea, evidenciando que a seleção para animais mais altos pode levar a animais que vão depositar gordura de cobertura em idades mais avançadas.

As correlações genéticas obtidas entre os pesos em diferentes idades e desses com a altura foram positivas e altas. Esses resultados mostram que progressos genéticos para pesos em diferentes idades podem ser alcançados pelas suas respostas correlacionadas. Assim sendo, o produtor pode escolher aqueles pesos em idades próximas aos períodos de comercialização e que permitam a avaliação da habilidade maternal. Com a seleção para peso, em médio ou longo prazo, espera-se o aumento da estatura do animal adulto, independentemente da idade em que se selecione para peso. Desta forma, para obtenção de animais adequados aos diferentes sistemas de produção, faz-se necessário a utilização simultânea de características de crescimento, reprodutivas e de carcaça, em programas de melhoramento genético, por meio de índices econômicos específicos.