

**INSTITUTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL**  
**SUSTENTÁVEL**

**ESTUDO DE CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA, OBTIDAS POR**  
**ULTRASSOM, EM BOVINOS NELORE SELECIONADOS PARA**  
**PESO**

**Tiago Roque Pinheiro**

**Nova Odessa**  
**Dezembro - 2010**



**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO**  
**AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS**  
**INSTITUTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL**

**ESTUDO DE CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA, OBTIDAS POR ULTRASSOM,  
EM BOVINOS NELORE SELECIONADOS PARA PESO**

**Tiago Roque Pinheiro**

Orientadora: **Dra. Maria Eugênia Zerlotti Mercadante**

Co-orientadora: **Dra. Lúcia Galvão de Albuquerque**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação do Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Produção Animal Sustentável.

**Nova Odessa**  
**Dezembro - 2010**

Ficha elaborada pelo  
Núcleo de Informação e Documentação do Instituto de Zootecnia  
Bibliotecária responsável – Ana Paula dos Santos Galletta - CRB8/7166

P718e Pinheiro, Tiago Roque

Estudo de características de carcaça, obtidas por ultrassom, em bovinos Nelore selecionados para peso. / Tiago Roque Pinheiro. Nova Odessa - SP, 2010.  
77p. : il.

Dissertação (Mestrado) - Instituto de Zootecnia.  
APTA/SAA.

Orientador: Dra. Maria Eugênia Zerlotti Mercadante.

1. Nelore. 2. Bovinos de corte – crescimento e carcaça. 3. Bovinos de corte – Melhoramento genético. I. Mercadante, Maria Eugênia Zerlotti. II. Título.

CDD – 636.291



**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO**  
**AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS**  
**INSTITUTO DE ZOOTECNIA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: ESTUDO DE CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA, OBTIDAS POR ULTRASSOM, EM BOVINOS NELORE SELECIONADOS PARA PESO.**

**AUTOR: TIAGO ROQUE PINHEIRO**

**Orientador: Dra. MARIA EUGÊNIA ZERLOTTI MERCADANTE**

**Co-orientador: Dra. LÚCIA GALVÃO DE ALBUQUERQUE**

Aprovado como parte das exigências para obtenção de título de MESTRE em Produção Animal Sustentável, pela Comissão Examinadora:

**Dra. MARIA EUGÊNIA ZERLOTTI MERCADANTE**

**Dr. JOSINEUDSON AUGUSTO II DE VASCONCELOS SILVA**  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)

**Dra. JOSLAINE NOELY DOS SANTOS GONÇALVES CYRILLO**  
Instituto de Zootecnia

**Data da realização: 09 de Dezembro de 2010**

---

Presidente da Comissão Examinadora  
**Dra. MARIA EUGÊNIA ZERLOTTI MERCADANTE**



*O Senhor é minha luz e salvação:*

*O que poderei temer?*

*O Senhor é o redentor de minha vida:*

*Quem me fará temer?*

*Estou bem certo verei,*

*A tua bondade Senhor*

*Espera no Senhor, sê forte espera no Senhor.*

***Salmo 27***



## **DEDICO**

Aos meus pais João Roque Pinheiro e minha mãe Olívia Aparecida Gasparini Pinheiro pelo apoio e dedicação ao longo de toda esta caminhada de muitas vitórias.

Aos meus irmãos Fabiano Roque Pinheiro e Fabriciano Pinheiro pelas longas conversas que me ajudaram a tomar decisões importantes para que este objetivo fosse alcançado.

A Andressa Borher Mello minha namorada e companheira fiel que tanto me ajudou nos momentos difíceis e que juntos pudemos deleitar de momentos alegres.

Com amor, admiração e muito carinho.



## AGRADECIMENTOS

A Deus que vem fazendo uma história maravilhosa em minha vida.

A Nossa Senhora Aparecida por escutar as minhas suplicas e interceder por mim nos momentos difíceis da minha caminhada.

Aos meus familiares pela preocupação que tiveram para comigo.

A minha orientadora e amiga Dra. Maria Eugênia Zerlotti Mercadante que apesar das broncas acreditou em mim e na minha capacidade e me deu a oportunidade de realizar este trabalho.

Ao meu “padrinho” e amigo Dr. Josineudson que me ajudou a ingressar no mestrado e também durante todo o período de muito estudo.

Aos pesquisadores do Instituto de Zootecnia de Sertãozinho pela atenção, amizade e ajuda.

Aos funcionários do Instituto de Zootecnia de Sertãozinho que muito fizeram para que meu trabalho pudesse ser realizado.

Aos meus amigos freqüentadores do “salão” onde lá podíamos nos divertir sem nos preocupar com o trabalho.

A Estela, pessoa que sempre “matou quem estava me matando” e me dava muitos conselhos, além é claro de dar boas broncas quando necessário.

As minhas amigas de mestrado, Milena, Daniela que me fizeram companhia e tanto me ajudaram durante o período vivido em Nova Odessa.

Aos meus amigos do Sertão Edson, Leandro, Leonardo e Duca em especial meus amigos na qual convivi durante esta fase da minha vida Elaine, Eduardo, Tati onde juntos demos muitas risadas e tomamos algumas cervejas, apenas para diminuir a tensão do dia-dia e amenizar o calor do Sertão.

Aos meus irmãos da 6ª Comunidade Neocatecumenal da Catedral de Jaboticabal – SP. “Que estupendo, que alegria, os irmãos viverem juntos”.

A todos a tantos outros que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho fosse concretizado meu sincero MUITO OBRIGADO



## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	01
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	05
3. LITERATURA CITADA.....	17
CAPÍTULO 2 – PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS DE MEDIDAS REPETIDAS DA ÁREA DO MÚSCULO <i>LONGISSIMUS</i> E DA ESPESSURA DE GORDURA SUBCUTÂNEA EM BOVINOS NELORE.....	23
RESUMO.....	23
ABSTRACT.....	25
1. INTRODUÇÃO.....	27
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4. CONCLUSÕES.....	41
5. LITERATURA CITADA.....	43
CAPÍTULO 3 – PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS ESTIMADOS ENTRE CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO E CARÇAÇA, AVALIADAS POR ULTRASSONOGRAFIA AO ANO E SOBREANO.....	47
RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	49
1. INTRODUÇÃO.....	51
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	53
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
4. CONCLUSÕES.....	73
5. LITERATURA CITADA.....	75



## ESTUDO DE CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA, OBTIDAS POR ULTRASSOM, EM BOVINOS NELORE SELECIONADOS PARA PESO

**RESUMO:** Os objetivos do presente trabalho foram estimar os coeficientes de repetibilidade, herdabilidade e correlações genéticas e fenotípicas entre características de carcaça avaliadas por ultrassom ao ano e sobreano, e outras características de importância econômica utilizadas como critérios de seleção em bovinos de corte, além de estimar a mudança genética nas características de carcaça avaliadas, advinda da seleção para peso. Foram realizadas cinco análises. Para a primeira e segunda análise as características avaliadas por ultrassonografia foram: área do músculo *Longissimus* (AOL) e as espessuras de gordura subcutânea do lombo (EGL) e da garupa (EGG), coletadas em machos e fêmeas, dos 10 aos 26 meses de idade. Os componentes de variância foram estimados por meio de análises univariadas, pelo método da máxima verossimilhança restrita - REML, sob modelo animal, utilizando-se o programa computacional ASREML. O arquivo de dados completo foi composto por 3.077 registros de 1.172 animais, nascidos de 2003 a 2008. A primeira análise incluiu todos os registros de AOL, EGL e EGG, de 10 a 26 meses de idade, com medidas repetidas. Para a segunda análise, foram considerados dois períodos (11 a 17 e 18 a 24 meses de idade), também com medidas repetidas. Na terceira foram analisadas somente as características de carcaça medidas por ultrassonografia em duas idades, ano e sobreano. Na quarta foram analisadas as características de carcaça obtidas aos 12 meses de idade e os pesos à seleção, altura e condição corporal de machos e fêmeas. Na quinta foram analisadas as características de carcaça obtidas aos 18 meses de idade com os pesos à seleção, altura e condição corporal de machos e fêmeas. Análises multicaracterísticas foram realizadas pelo método da máxima verossimilhança restrita, sob modelo animal, utilizando o aplicativo WOMBAT. Para ilustrar o efeito da seleção direta para crescimento sobre as características de carcaça, médias ajustadas destas, por linha de seleção, Nelore Controle, Seleção e Tradicional, foram estimadas utilizando registros dos animais nascidos nos últimos três anos (2006 a 2008). As estimativas de repetibilidade foram moderadas variando de 0,42 a 0,73. Entre as três características analisadas, a AOL apresentou maior valor de repetibilidade, tanto na primeira (0,70) quanto na segunda análise (0,73), sugerindo que a AOL tem maior precisão que as medidas de espessura de gordura. Machos apresentaram maiores médias de AOL nas duas idades (ano e sobreano) e de EGL e EGG somente ao ano. As estimativas de herdabilidade foram altas para AOL ao ano e sobreano, 0,47 e 0,40, respectivamente. Para as espessuras de gordura, as herdabilidades foram de 0,37 e 0,29. As correlações genéticas entre as mesmas características nas duas idades foram altas (0,95) para AOL. Animais Nelore apresentam considerável variabilidade genética para as características de carcaça avaliadas, ao ano e ao sobreano, e maior resposta é esperada se a seleção para o aumento da espessura de gordura subcutânea for realizada próxima aos 12 meses de idade. A seleção para maior peso corporal leva ao aumento da AOL, nas duas idades, sem diminuir a espessura de gordura subcutânea.

**Palavras-chave:** área do músculo *Longissimus*, correlação genética, espessura de gordura subcutânea, repetibilidade, resposta correlacionada.



## STUDY OF CARCASS TRAITS, OBTAINED BY ULTRASOUND, IN NELORE CATTLE SELECTED FOR WEIGHT

**ABSTRACT:** Aiming to generate results that can be useful in the zebu breeding programs including carcass traits measured by ultrasound, the objective of this study was to estimate repeatability, heritability and genetic and phenotypic correlations between carcass traits measured by ultrasound at yearling and post yearling, and other economically important traits frequently used as selection criteria in beef cattle, and estimate the genetic change in carcass traits in lines selected for growth. Five analyzes were performed. For the first and second analysis the traits evaluated by ultrasound were: *Longissimus* muscle area (LMA) and backfat (BFAT) and rump fat thickness (RFAT), obtained in bulls and heifers from 10 to 26 months of age. Variance components were estimated in one trait univariate analysis by restricted maximum likelihood method (REML), fitting an animal model and using the software ASREML. The complete original data file consisted of 3.077 records of 1.172 animals, born from 2003 to 2008. The first analysis included all records of LMA, BFAT and RFAT, from 10 to 26 months of age, with repeated measures. The second analysis considered two periods (from 11 to 17 and from 18 to 24 months of age), also with repeated measures. In the third analysis, only the carcass traits measured by ultrasound at yearling and post yearling were analyzed. In the fourth, carcass traits obtained at 12 months of age, and the selection weights, height and body condition score of bulls and heifers, were analyzed. In the fifth analysis, the carcass traits obtained at 18 months of age, and the selection weights, height and body condition score of bulls and heifers, were also analyzed. The multi-traits analyses were performed using restricted maximum likelihood method, fitting an animal model, and using the software WOMBAT. To show the effect of selection for growth, adjusted means of carcass traits and weights, by selection lines, were estimated using only records of animals born in the last three years (2006 to 2008). The repeatability estimates were moderate, varying from 0.42 to 0.73. Among the three traits analyzed, LMA showed higher repeatability, both in the first (0.70) and in the second analyze (0.73). The results suggest that LMA is a more precise measure than fat thickness. Bulls showed higher LMA at both ages (yearling and post yearling) and higher BFAT and RFAT only at yearling, comparing to the heifers. Heritability estimates were high for LMA, both at yearling and post yearling, 0.47 and 0.40, respectively. For the fat thickness measures, the heritabilities were 0.37 and 0.29. Genetic correlations between the same traits in the two ages were high (0.95) for LMA. There is evidence of moderate to high genetic variability for carcass traits in Nelore cattle, both at yearling and at post yearling. For fat thickness, greater response can be achieved with selection around 12 months of age. The selection for growth promoted genetic change in LMA without changing subcutaneous fat thickness.

**Keywords:** correlated responses, fat thickness, genetic correlation, *Longissimus* muscle area, repeatability



## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1. INTRODUÇÃO**

O Brasil está alcançando lugar de destaque entre os países mais competitivos do mundo na produção de carne bovina, sendo assim, observa-se que as perspectivas são promissoras no mercado externo para os próximos anos. No mercado internacional, o país mostra-se em destaque por conta do aumento da sua participação nas exportações mundiais, conquistando novos mercados e expandindo suas vendas para mercados já tradicionais. Resultado deste crescimento é, em parte, reflexo da melhor genética dos rebanhos bovinos e da qualidade da carne produzida, devido, em grande parte, aos avanços científicos e tecnológicos da cadeia produtiva da carne bovina (FARIA et al., 2008).

No melhoramento genético animal, as características ligadas ao crescimento como pesos, ganhos de peso ou peso em determinadas idades, são consideradas como critérios de seleção em quase todos os programas de melhoramento de bovinos de corte, por serem de fácil mensuração, alta acurácia e por apresentarem alta correlação com o peso da carcaça (RAZOOK et al., 2001), recebendo assim, maior ênfase nos índices de seleção aplicados em bovinos de corte.

Os ganhos genéticos para características de crescimento, obtidos via seleção direta, tem sido significativos, 0,5% a 1% da média ao ano (MERCADANTE et al., 2003; VAN

MELIS et al., 2003), e as respostas correlacionadas para outras características de crescimento e de carcaça são favoráveis (CYRILLO et al., 2000; RAZOOK et al., 2001). Entretanto, a seleção para maior taxa de crescimento leva ao aumento do tamanho adulto dos animais (ARCHER et al., 1998; MERCADANTE et al., 2003; MERCADANTE et al., 2004) o que pode ser desejável, ou não, dependendo do sistema de produção e do produto final a ser ofertado.

De acordo com as curvas de crescimento alométrico, a sequência de desenvolvimento segue a seguinte ordem: primeiramente ocorre o desenvolvimento do esqueleto, seguido pela musculatura e finalmente o tecido adiposo, sendo que, estes juntamente com o tecido conectivo são os principais componentes da carcaça. Ao nascimento o tecido muscular representa a maior porcentagem, pois se desenvolve rapidamente e com o passar do tempo diminui em porcentagem, com o aumento da deposição de gordura (BERG; BUTTERFIELD, 1976).

Na indústria frigorífica os produtores são remunerados de acordo com o rendimento de carne na carcaça e essa, por sua vez, depende do seu conteúdo de músculo e da sua relação com a gordura (DIAS, 2006). Por conta disso, a indústria necessita de animais com um peso vivo mínimo e lotes uniformes, assim como determinada espessura de gordura recobrimo a carcaça para preservar a qualidade da carne. No entanto, como a seleção para maior taxa de crescimento acarreta em um aumento do peso e da altura em todas as idades e a deposição de gordura tem maior desenvolvimento após o crescimento do tecido muscular diminuir, estas características podem ser antagônicas.

Yokoo et al. (2005, 2008) encontraram estimativas de correlação genética baixas e positivas entre a área do olho do lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea no lombo (EGL) e entre peso e EGL e, ainda, estimativa de correlação genética negativa entre altura e espessura de gordura na garupa (EGG) em animais da raça Nelore. Razook et al. (2001), estudando animais Zebu e Caracu, encontraram maiores médias para AOL e menores médias para EGL e Bonilha et al. (2005), observaram maior tempo de confinamento para atingir 4mm de EGL, para machos Nelore selecionados para peso ao sobreano comparativamente a machos não selecionados, embora as diferenças não tenham sido significativas.

A identificação e a seleção de bovinos de corte com maior deposição de gordura subcutânea pode agregar maior valor aos animais e remunerar melhor o produtor, uma vez que já existem frigoríficos que pagam, em média, mais 2% por carcaças de animais Zebu com até 36 meses de idade, espessura de gordura subcutânea de 3-6mm e 270kg de peso.

Um das formas de avaliar características de deposição de gordura subcutânea é através da técnica da ultrassonografia, pois essa estima com alta acurácia as características AOL, EGL e EGG (WILSON, 1992). Seu uso apresenta as vantagens de evitar tempo e gasto monetário de um teste de progênie para avaliação de carcaça e da possibilidade de se obter medidas de um grande número de animais, evitando assim o viés devido à seleção e à pequena amostragem que ocorre nos dados de carcaça por meio de abate de animais. Além disso, há evidências de variabilidade genética de média a alta magnitudes para essas características em rebanhos Nelore (CYRILLO et al., 2005; YOKOO et al., 2008, 2009).

Nas condições de criação de bovinos de corte no Brasil, em que predominam as pastagens, a idade em que as medidas de carcaça são tomadas, através da técnica da ultrassonografia, é de fundamental importância no estudo da variabilidade genética, uma vez que animais sob pastejo ganham peso sem depositar gordura (SAINZ; VERNAZZA PAGANINI, 2004). Sainz et al. (2003) indicaram que entre os 10 e 15 meses de idade seria o momento ótimo para a avaliação das medidas de carcaça por ultrassonografia em *Bos taurus*. Estes autores mostraram que para machos inteiros da raça Nelore a idade ideal está entre 18 e 21 meses. No entanto, em estudos recentes de Yokoo et al. (2009), com animais da raça Nelore, foram estimadas maiores herdabilidades para todas as características de carcaça em idade próxima aos doze meses, quando comparadas a uma idade mais avançada (18 meses).

Os objetivos do presente estudo foram identificar a melhor idade para avaliação das características de carcaça obtidas por ultrassom e estimar a associação dessas com peso à seleção, altura e condição corporal de machos e fêmeas, buscando maior compreensão das relações entre tamanho e precocidade de acabamento. As informações geradas fornecerão subsídios para direcionar a seleção de bovinos de corte no Brasil com relação às características de carcaça, podendo incluí-las como critérios de seleção.



## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Características de carcaça obtidas por meio da técnica da ultrassonografia**

Variações no peso e no tamanho, bem como mudanças nas proporções dos tecidos depositados ocorrem durante a vida dos animais, sendo que os componentes químicos do corpo como água, proteína, gordura e elementos minerais variam durante o crescimento juntamente com a composição física (tecidos muscular, ósseo e adiposo). A variação na composição corporal é influenciada por diversos fatores como idade, peso, raça, condição sexual e nível nutricional, com reflexos nos custos de produção e na qualidade da carne. Portanto, é fundamental que métodos rápidos e econômicos para estimar a composição física e química da carcaça e/ou do corpo animal sejam disponíveis (VÉRAS et al., 2001).

Maior espessura de gordura subcutânea melhora a maciez da carne, pois mantém a atividade enzimática, funcionando como uma barreira para a perda de umidade e ainda favorece o não endurecimento desta (SMITH; CARPENTER, 1973). Uma carcaça de qualidade deve apresentar quantidade de gordura suficiente para garantir a preservação e as características desejáveis para consumo (CUNDIFF et al., 1993).

A uniformidade da gordura subcutânea que recobre as carcaças, assim como a idade em que os animais são abatidos, representa uma das principais dificuldades que a indústria da carne bovina encontra para se obter o padrão desejado. Na atualidade, o ultrassom vem sendo

utilizado como ferramenta para estudar as características de carcaça, tendo como objetivo melhorar as estimativas de rendimento de carne à desossa, cobertura de gordura subcutânea, aumentar a acurácia da mensuração de musculosidade, entre outros. As características de qualidade de carcaça obtidas por ultrassom em tempo real mais estudadas são:

- Área de olho de lombo (AOL): medida realizada na posição transversal a coluna vertebral do animal, entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, no músculo *Longissimus*, sendo representada em cm<sup>2</sup>. É esperado que animais que tenham maiores valores genéticos para essa característica apresentem progênes com mais músculos e rendimento de carcaça que aqueles com valores genéticos menores.

- Espessura de gordura no lombo (EGL): medida realizada sobre o músculo *Longissimus*, entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas. A deposição de gordura se faz das extremidades para o centro, sendo essa medida importante para saber se a carcaça está inteiramente recoberta.

- Espessura de gordura na garupa (EGG): medida realizada na garupa, na intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris*, entre os ossos ílio e ísquio,

As características de gordura avaliadas determinam o grau de acabamento da carcaça e sua deposição vai determinar a qualidade da carne, pois a gordura protege a carne durante o resfriamento, evitando o encurtamento das fibras musculares e, por conseguinte, o endurecimento da mesma.

## **2.2 O uso e a acurácia das medidas obtidas por ultrassonografia**

O uso da técnica de ultrassonografia em bovinos de corte possibilita o registro de medidas anatômicas no animal vivo que irão, quando usadas em conjunto com outras medidas, descrever de modo acurado a composição corporal dos animais e permitir a predição das diferenças genéticas entre eles para mérito de carcaça (WILSON, 1992). O ultrassom tem sido usado há mais de 40 anos para prever características de carcaça *in vivo*. Mais recentemente, o desenvolvimento de transdutores mais longos, desenhados especificamente para uso em bovinos, tem permitido aumentar a acurácia da predição, principalmente da AOL (HERRING et al., 1994). Atualmente esta técnica é usada para prever acuradamente AOL, EGL, EGG, entre outras (SAINZ et al., 2003).

As correlações entre medidas de AOL e EGL, tomadas por ultrassonografia antes do abate, e na carcaça, tomadas logo após o abate, variam entre os estudos, mas são consistentemente de média a alta magnitudes. No Brasil, Sugisawa et al. (2006a) estudaram a técnica da ultrassonografia para predição das características da carcaça, e observaram que as correlações simples envolvendo AOL e EGL, obtidas por ultrassonografia na carcaça, e ainda as características de composição corporal também medidas na carcaça, como porcentagem de músculos, ossos, e gordura, foram positivas.

Estudos mostram que a técnica de ultrassonografia é indicada para determinar a área do músculo *Longissimus* e as espessuras de gordura tanto no lombo quanto na garupa, a fim de descrever as características de carcaça de bovinos vivos com alta acurácia para fins de seleção (LIMA NETO et al. 2009; YOKOO et al., 2009). Desta forma, a avaliação das características de carcaça durante o período de crescimento, antes possível apenas com abates seriados, pode ser também realizada com esta técnica.

### **2.3 Fatores que afetam o crescimento dos tecidos**

Crews et al. (2002), observando o crescimento da AOL e EGL, do desmame ao sobreano, em machos e fêmeas provenientes de cruzamentos entre *Bos taurus*, relataram crescimento de AOL significativamente maior para machos que para fêmeas, padrão de deposição de EGL semelhante para os dois sexos, e novilhas ao sobreano com EGG significativamente maior que os machos. Hassen et al. (2003, 2004), medindo animais da raça Angus a cada 30 dias, do desmame ao sobreano, também relataram um maior crescimento da AOL em machos que em fêmeas. Existem diferenças distintas no padrão de crescimento entre os sexos, pois touros não só crescem mais rápido como também permanecem com menos gordura que as novilhas e os machos castrados. Estes padrões de crescimento diferenciados para machos e fêmeas estão de acordo com os relatos de Berg e Butterfield (1976), e confirmam a utilidade da técnica de ultrassonografia no estudo da mudança das medidas de carcaça durante o crescimento animal.

Rodrigues et al. (2010), estudando fêmeas de diferentes grupos genéticos, observaram crescimento satisfatório da AOL e uma adequada deposição de gordura de cobertura na carcaça. Os autores ressaltaram a importância de um sistema de produção de

carne eficiente, levando em conta as diferentes taxas de crescimento assim como a eficiência da técnica de ultrassonografia para estimar as características de carcaça.

No Brasil, em estudo com machos Nelore criados em pastagem, Sainz et al. (2003) tomaram medidas da AOL e das espessuras de gordura no lombo e na garupa a cada 3 meses, dos 15 aos 24 meses de idade. Os autores observaram que a AOL apresentou crescimento linear neste período, enquanto que tanto a deposição de EGL como de EGG, apresentou um padrão complexo, com crescimento até 19 meses e queda após esta idade, fato que pode estar relacionado à puberdade dos animais. Cyrillo et al. (2005) relataram que 65% dos registros de EGL de machos Nelore medidos aos 13 meses de idade após prova de ganho de peso, foram iguais a zero, sugerindo que estas medidas deveriam ser tomadas em idades posteriores.

#### **2.4 Herdabilidade das características de carcaça obtidas por ultrassonografia**

Estimativas de herdabilidade para características de carcaça são de médias a altas magnitudes em grande parte dos estudos, o que sugere grande potencial para seleção e obtenção de progresso genético rápido. Marshall (1994), em revisão de parâmetros genéticos de características de carcaça, cita estimativas de herdabilidade média para AOL (0,37) e EGL (0,44). Variabilidade genética semelhante é esperada para as características de carcaça medidas por ultrassonografia, uma vez que estas são estimativas acuradas das medidas da carcaça.

Estimativas de herdabilidade de média a alta magnitudes, variando entre 0,21 a 0,61 para AOL, entre 0,26 a 0,54 para EGL, e entre 0,25 a 0,59 para EGG (ROBINSON et al., 1993; REVERTER et al., 2000; CREWS; KEMP, 2001; DEVITT; WILSON, 2001; STELZLENI et al., 2002, MEYER et al. 2004), tem sido relatadas em trabalhos de pesquisa realizados com *Bos taurus* utilizando ultrassonografia. Em estudos com população multi raças, Elzo et al. (2010), estudando animais puros Angus e Brahman e seus cruzamentos, reportaram estimativas de herdabilidade de 0,34 e 0,26 respectivamente para AOL e EGL avaliadas por ultrassonografia.

No Brasil, o número de trabalhos em que são relatados parâmetros genéticos de características de carcaça obtidas por ultrassom em animais zebuínos são ainda em pequeno número. Sainz et al. (2003) relataram estimativas de herdabilidade de 0,29, 0,44 e 0,62 para AOL, EGL e EGG, respectivamente, obtidas em machos Nelore entre 15 e 24 meses de idade.

Cyrillo et al. (2005) relataram estimativas de herdabilidade de 0,59 para AOL e 0,41 para EGL, de machos Nelore com 13 meses de idade. Yokoo et al. (2008) relataram estimativas de herdabilidade de 0,35, 0,52 e 0,40 para AOL, EGL e EGG de machos e fêmeas Nelore entre 15 e 19 meses de idade.

Em estudo mais recente, também com animais Nelore, Yokoo et al. (2009) relataram herdabilidade de 0,46, 0,42, 0,60 para AOL, EGL e EGG, respectivamente, obtidas aos 370 dias de idade, e estimativas de herdabilidade de 0,33, 0,59, 0,55 para AOL, EGL e EGG aos 570 dias de idade. Lima Neto et al. (2009) estudaram características de carcaça de animais da raça Guzerá e encontraram herdabilidades de 0,34 para AOL, 0,32, para EGL e 0,10 para EGG, concluindo que é possível obter progresso genético com a seleção direta para essas características. Urbinati et al. (2010) relataram estimativas de herdabilidades variando de 0,16 a 0,26 para as características de carcaça de animais da raça Nelore, enquanto que Bonin et al. (2010), avaliando essas características também em animais da raça Nelore, aos 18 meses de idade, relataram estimativa de herdabilidade de baixa magnitude para espessura de gordura subcutânea (0,06) e de média magnitude (0,37) para AOL, valor próximo dos citados anteriormente. Os últimos autores concluíram que a população estudada apresenta baixa variabilidade genética para espessura de gordura.

Estes valores indicam que há variabilidade genética, tanto para AOL como para deposição de gordura subcutânea, em bovinos da raça Nelore. Estimativas de herdabilidade inferiores para EGL (0,04 a 0,19) foram relatadas por Figueiredo (2001), também em machos Nelore com 22 meses de idade, o que pode ser devido, segundo o autor, ao grande número de animais com pouca gordura.

## **2.5 Correlação entre as características de crescimento e de carcaça obtidas por ultrassonografia**

Trabalhos têm mostrado que as características área do músculo *Longissimus* e espessura de gordura subcutânea obtidas por ultrassonografia, sendo esta última medida na costela ou na garupa, são geneticamente pouco correlacionadas ou mesmo independentes. Nesses trabalhos, as correlações genéticas variaram de -0,09 a 0,09 em *Bos taurus* (STELZLENI et al., 2002; MEYER et al., 2004), e de -0,19 a 0,15 em *Bos indicus* (SAINZ et

al., 2003; CYRILLO et al., 2005; YOKOO et al., 2005, 2008 e 2009; LIMA NETO et al., 2009).

Em alguns estudos, o peso ao sobreano apresentou correlação genética de média magnitude com AOL (0,44 a 0,58) (STELZLENI et al., 2002; MEYER et al., 2004; CYRILLO et al., 2005; YOKOO et al., 2005), assim como peso ao desmame (0,62) e o peso aos 2 anos de idade (0,41) (MEYER et al., 2004). A exceção foi do peso adulto das matrizes, cuja correlação genética com foi praticamente nula (0,10) com AOL (MEYER et al., 2004).

Quanto às relações genéticas entre as medidas de gordura, EGL e EGG, essas são, como esperado de média a alta magnitudes. Meyer et al. (2004), estudando machos e fêmeas, encontraram valores de 0,89 entre EGL e EGG de machos e 0,80 entre as mesmas características em fêmeas. Outros autores encontraram valores para correlação entre as duas espessuras de gordura (EGL e EGG) variando de 0,64 a 0,73 (JOHNSTON et al., 2003; LIMA NETO et al., 2009; YOKOO et al., 2009).

As correlações genéticas entre pesos em várias idades e medidas de gordura (EGL e EGG) têm variado bastante entre os estudos, sendo negativas e próximas de zero, -0,09 a 0,19, (CYRILLO et al., 2005; YOKOO et al., 2005) ou até mesmo negativas de baixa a média magnitudes, -0,33 a 0,05 (MEYER et al., 2004). Yokoo et al. (2009) estimaram correlações genéticas positivas (0,19 e 0,47) entre EGL e EGG e peso, quando os animais foram medidos ao ano, e correlações de 0,16 e 0,21 entre as mesmas características, quando os animais foram medidos ao sobreano.

Fato semelhante tem ocorrido com as estimativas de correlação genética entre altura e medidas de gordura subcutânea. Enquanto que em *Bos indicus* esta correlação (altura x gordura subcutânea) parece ser negativa, -0,41 a -0,27 (CYRILLO et al., 2005; YOKOO et al., 2005), em *Bos taurus* tem variado de positiva a negativa para bovinos em diferentes climas (JOHNSTON et al., 2003).

## **2.6 Características de carcaça em programas de seleção**

Características de crescimento como peso em diferentes idades e ganho de peso, entre outras, são fáceis de serem mensuradas e tem um custo de mensuração baixo. Todavia, as informações de carcaça tem maior custo e maior dificuldade de obtenção. Para estimar os

valores genéticos dos animais para características de carcaça, um dos métodos utilizados é o teste de progênie, que, segundo Moser (1997), custava em média 97 dólares por animal, em contrapartida, o custo médio da coleta de dados por meio da ultrassonografia era de 17 dólares. Apesar de a literatura utilizada não ser recente, a proporção desses valores, para essas duas técnicas, atualmente são bem parecidas. Dessa forma, a melhor alternativa para obtenção das estimativas dos valores genéticos dos animais para características de carcaça é através da técnica da ultrassonografia.

Existem atualmente no mercado mundial vários programas de avaliação genética, para várias raças de bovinos de corte, que disponibilizam diferenças esperadas na progênie (DEP) para características de interesse econômico, com o intuito de acelerar o progresso genético, melhorar a produtividade e aumentar o valor do produto final.

A AOL é um indicador de musculosidade, enquanto as espessuras de gordura são indicadores de terminação e qualidade de carne (SAINZ et al., 2003). De acordo com Silva et al (2003), as medidas de carcaça obtidas por ultrassom, aliadas ao peso vivo, podem estimar com alta acurácia o peso da carcaça quente e moderadamente o rendimento de carcaça. Outros autores encontraram resultados semelhantes (SUGUISAWA et al., 2006b).

De acordo com o Beef Improvement Federation (2002), nos Estados Unidos, a avaliação de características de carcaça por ultrassonografia dos animais candidatos a reprodutores, machos destinados a serem pais das próximas gerações e fêmeas de reposição, deve ser feita próximo aos 12 meses de idade. A *American Hereford Association* trabalha em conjunto com associações de Hereford de outros países como o Uruguai, Argentina e Canadá com a intenção de desenvolver um sistema PanAmericano de avaliação (PACE). A primeira avaliação genética do PACE foi lançada no ano de 2009 e deverá impulsionar o progresso genético em cada um dos países participantes e aumentar as oportunidades de mercado. Nos sumários de touros são publicadas DEP para características de AOL e EGL. Essas duas características são ajustadas para 365 dias de idade e são avaliadas em modelos multi-características, abrangendo registros de desempenho das quatro associações. Um dos critérios para avaliação é ter, pelo menos, dez progênies com avaliação de carcaça e acurácia mínima de 45%.

O BREEDPLAN, sistema de avaliação genética Australiano, que é também utilizado em muitos países, combina as características de carcaça avaliadas no animal vivo e informações de abatedouros para padronização das características para 300 kg de carcaça.

Na Argentina, a raça Angus apresenta no sumário de touros DEP para AOL, EGL e EGG, sendo estas características padronizadas para 300 kg de carcaça. As análises do sumário são feitas pelo Grupo BREEDPLAN. Na África do Sul, o sumário *South African Brahman*, também apresenta as mesmas características e possui os mesmo critérios de avaliação da raça Angus da Argentina, pois é avaliado pelo Grupo BREEDPLAN.

Em todos os programas descritos acima, a avaliação é criteriosa e inclui no modelo todos os efeitos de manejo, ambiente e efeitos genéticos, sendo utilizada para análise a metodologia dos modelos mistos incluindo todas as informações do animal e de seus parentes, ou seja, modelo animal.

No Brasil, a empresa AVAL Serviços Tecnológicos recomenda que as características de carcaça avaliadas por ultrassonografia sejam obtidas entre 16 e 20 meses de idade para animais da raça Nelore criados em regime de pasto, no entanto, quando esses animais são criados em regime de confinamento, a idade recomendada para avaliação é menor, entre 11 e 13 meses de idade. Para os dois tipos de sistema de produção as características são tomadas em animais jovens. A empresa recomenda ainda que os animais apresentem boa condição corporal, ou seja, um bom plano nutricional para que os mesmos possam expressar seu potencial e variabilidade para as características avaliadas, com peso vivo mínimo de 300 kg.

A Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP), no Brasil, faz a avaliação genética das raças Nelore, Guzerá e Brahman. A empresa apresenta no sumário de touros DEP para as características de carcaça avaliadas por ultrassonografia, como AOL e característica de acabamento (ACAB), estimada utilizando as duas medidas de espessura de gordura subcutânea (EGL e EGG) para expressar a precocidade de terminação. Essas características são padronizadas para 576 dias de idade. Para estimar os valores genéticos dos animais para cada característica é usada a metodologia dos modelos mistos que possibilita a obtenção dos melhores preditores lineares não viesados (*BLUP*). Para AOL é utilizado modelo animal univariado e para ACAB é utilizado modelo animal bivariado com EGL e EGG.

As DEP das características de carcaça são ferramentas úteis para auxiliar técnicos e criadores na escolha de animais geneticamente superiores e que satisfaçam as exigências do mercado, alcançando assim melhor retorno financeiro.

## 2.7 Ganho genético

Entre os métodos de melhoramento genético animal disponíveis para modificar o potencial genético dos animais, a seleção é aquele em que, por meio da escolha dos pais da próxima geração, aumenta-se a frequência dos genes desejáveis na população.

O desempenho produtivo de um animal é atribuído à combinação do potencial genético e do ambiente de criação, assim como a interação entre ambos. Em uma população, as alterações nas características produtivas ao longo dos anos é dependente de fatores ambientais e da constituição genética dos indivíduos.

De acordo com Araújo et al. (2003), o objetivo principal de um programa de melhoramento genético animal consiste em alterar a média do caráter desejado. Este objetivo é obtido pela alteração da frequência dos genes que regulam o caráter desejado.

Considerando que todo programa de seleção deve ser acompanhado periodicamente para que se possa corrigir rumos de forma rápida, uma das maneiras de monitorar os resultados é estimar a mudança genética ao longo do tempo. Desta forma, com o objetivo não só de avaliar o progresso genético que vem sendo alcançado, mas, principalmente, para que os resultados sirvam de elementos orientadores de ações futuras, torna-se de grande importância avaliar a tendência genética ao longo do tempo (EUCLIDES FILHO et al., 1997).

Mudanças da frequência gênica no caráter estudado, buscando a fixação de determinados alelos na população, provoca alterações no valor genético médio dos indivíduos ao longo do tempo e a tendência genética pode ser definida como um procedimento estatístico que quantifica esta mudança por unidade de tempo (ARAÚJO, et al., 2003).

Em Crawford, Nebraska, Koch et al. (2004) analisaram dados de animais Hereford provenientes de três rebanhos seleção e um rebanho controle, selecionados para ganho de peso e um deles para ganho de peso e escore de musculatura, de 1960 a 1982. Os autores observaram que os rebanhos selecionados apresentaram maiores pesos de mercado (peso próximo ao abate) quando comparados com o rebanho controle, com uma diferença média de 38,5kg entre o peso de mercado dos animais dos rebanhos selecionados e do rebanho controle. Além disso, os animais selecionados para crescimento apresentaram maiores AOL, entretanto sem diferença na espessura de gordura subcutânea.

No Brasil, Silva et al. (2009), estimando tendência genética para as características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em rebanhos da raça Nelore selecionados para peso e escore de musculatura ao sobreano, observaram que a seleção para peso não causou impacto direto ou indireto nessas características, e que os ganhos genéticos observados para o peso ao sobreano provocaram alterações nas características de carcaça avaliadas por ultrassom, cujas mudanças genéticas foram praticamente nulas ( $0,012\text{cm}^2/\text{ano}$ ,  $0,003\text{mm}/\text{ano}$  e  $0,012\text{mm}/\text{ano}$ , respectivamente para AOL, EGL e EGG).

## **2.8 Programa de melhoramento genético do Instituto de Zootecnia de Sertãozinho – SP**

A formação do rebanho Nelore da Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho (EEZS), localizado em Sertãozinho/SP, teve início em 1937. Embora tenha sido o Instituto pioneiro no Brasil, iniciando em 1951 os testes de desempenho individual (provas de ganho de peso) para a seleção de bovinos de corte. Esta seleção de reprodutores dos rebanhos experimentais seguia moldes tradicionais aplicados aos animais das raças zebu no Brasil, com muita ênfase na caracterização racial e sem critérios definidos de seleção.

O estabelecimento do programa de seleção teve início em 1976 com a redução da estação de monta, readequação da metodologia da prova de ganho de peso e seleção dos reprodutores fundadores usados em 1980. Simultaneamente, foi introduzido no rebanho Nelore material genético dos principais representantes das famílias existentes no Brasil na época (Cantor, Everest, Karvardi, Kurupathi e Nagpur), para ampliar a base genética e garantir a variabilidade.

O programa de seleção do Instituto de Zootecnia teve como objetivo de seleção aumentar a taxa de crescimento dos animais, e para isso, os critérios de seleção escolhidos foram o peso ao ano dos machos e o peso ao sobreano das fêmeas, utilizando-se somente informações de desempenho individual para a escolha dos reprodutores e matrizes.

Em 1980, o rebanho Nelore foi dividido em três, Nelore Seleção (NeS), Nelore Tradicional (NeT) e Nelore Controle (NeC), o total de matrizes foi de 120, 170 e 60 respectivamente sendo que a primeira progênie nasceu em 1981. Dos animais nascidos são selecionados 7 a 10% dos machos e 55 a 65% das fêmeas, com base no maior diferencial de seleção em peso padronizado aos 378 dias (P378) e peso padronizado aos 550 dias (P550), respectivamente. No rebanho NeS e NeT são selecionados animais com os maiores diferenciais para as características P378 (machos) e P550 (fêmeas), em esquema denominado

de seleção direcional. Já no rebanho NeC, são selecionados animais com diferenciais próximos de zero, ou seja, animais que estão na média dos contemporâneos do rebanho, em esquema denominado de seleção estabilizadora, isso faz com que o Nelore Controle seja um rebanho testemunha para os outros dois rebanhos, pois os animais apresentam hoje a mesma média de desempenho de peso ao ano e sobreano que tinham no início do programa.

O NeC é usado para monitorar a variação ambiental e, dessa forma, estimar as mudanças genéticas ocorridas no Nelore Seleção para várias características, inclusive aquelas que só são possíveis de medir em determinado ano ou em determinada amostra de animais, como é o caso das características de carcaça e qualidade de carne, consumo alimentar individual, entre outros.

Após a seleção, machos e fêmeas permanecem em pastagem e são colocados em reprodução aos dois anos de idade. Os touros são usados por dois anos consecutivos, aos 2 e aos 3 anos de idade. A estação de monta é de 3 meses (dezembro a fevereiro) sendo que os lotes de monta são formados de modo que cada reprodutor acasale com matrizes de todas as idades e que o parentesco da matriz com o touro seja mínimo.

O projeto de seleção da EEZS foi implantado com o compromisso de obter resultados práticos sobre os efeitos da seleção dentro de rebanhos nos principais componentes econômicos de bovinos de corte, como crescimento, reprodução e carcaça; sendo conduzido em sistema de produção compatível às condições brasileiras, para que seus resultados possam ser usados como indicativos do poder da seleção e do potencial genético dos rebanhos de corte brasileiros estabelecidos em pastagens.



### 3. LITERATURA CITADA

ARAÚJO, C.V.; TORRES, R.A.; RENNÓ, F.P.; PEREIRA, J.C.; PEREIRA, C.S.; ARAÚJO, S.I.; TORRES FILHO, R.A.; SILVA, H.C.; RENNÓ, L.N.; KAISER F.R. Tendência Genética para Características Produtivas em Bovinos da Raça Pardo-Suíça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1872-1877, 2003 (Supl. 2).

ARCHER, J.A.; HERD, R.M.; ARTHUR, P.F.; PARNELL, P.F. Correlated responses in rate of maturation and mature size of cows and steers to divergent selection for yearling growth rate in Angus cattle. **Livestock Production Science**, v.54, p.183-192, 1998.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. John Wiley e Sons, New York, 1976. 240p.

BONILHA, S.F.M.; PACKER, I.U.; RESENDE, F.D.; ALLEONI, G.F.; RAZOOK, A.G. Seleção para peso pós-desmame: efeitos na composição corporal de bovinos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42. 2005. Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. CD-ROM.

BONIN, M.N.; FERRAZ, J.B.S.; SILVA, S.L.; GOMES, R.C.; CUCCO, D.C.; SILVA NETO, P.Z.; SANTANA Jr., M.L.; ELER, J.P.; OLIVEIRA, E.C.M.; PEDROSA, V.B.; OLIVEIRA, P.S.; GROENEVELD, E. Genetic parameters for body measurements and ultrasound carcass traits in Nellore cattle. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 9., 2010, Leipzig, Germany. **Proceedings...** Leipzig: WCGALP, 2010. CD-ROM.

CREWS, D.H.; SHANNON, N.H.; CREWS, R.E.; KEMP, R.A. Weaning, yearling, and preharvest ultrasound measures of fat and muscle area in steers, bulls, and heifers. **Journal of Animal Science**, v.80, p.2817-2824, 2002.

CREWS, D.H.; KEMP, R.A. Genetic parameters 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.

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

CYRILLO, J.N.S.G.; MERCADANTE, M.E.Z.; SILVA, S.L.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; SILVA, J.A. II V. Estimativas de parâmetros genéticos para pesos, alturas, escores visuais e características de carcaça obtidas por ultrassom em bovinos Nelore. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 19. **Anais**: Tampico, México, 2005. CD-ROM.

CYRILLO, J.N.S.G.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; BONILHA-NETO, L.M.; RUGGIERI, A.C.; TONHATI, H. Efeitos da seleção para peso pós-desmame sobre medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho (SP). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.403-412, 2000.

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.

DIAS, F. **Impactos do aumento de peso e acabamento da carcaça sobre os custos de processamento e valor comercial da carne de bovinos.** In: **Seminário de Revisão dos Critérios de Seleção das Raças Zebuínas.** Disponível em: <[http://www.assocon.com.br/palestra\\_assocon2](http://www.assocon.com.br/palestra_assocon2)>. Acesso em: 04 maio 2010.

ELZO, M.A.; JOHNSON, D.D.; LAMB, G.C.; MADDOCK, T.D.; MYER, R.O.; RILEY, D.G.; HANSEN, J.G.; WADDIN, J.G.; DRIVER, J.D. Heritabilities and genetic correlations between postweaning feed intake, growth, and ultrasound traits in a multibreed Angus-Brahman cattle population in the subtropics. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 9., 2010, Leipzig, Germany. **Proceedings...** Leipzig: WCGALP, 2010. CD-ROM.

EUCLIDES FILHO, K.; SILVA, L.O.C.; FIGUEIREDO, G.R. Tendências genéticas na raça Guzerá. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.173. 1997

FARIA, C.U.; LÔBO, R.B.; MAGNOBOSCO, C.U.; DIAS, F.J.S.; SAINZ, E.A.C. Impactos da pesquisa científica no melhoramento genético de bovinos de corte para qualidade da carne. **PUBVET**, V.2, N.31, Ago 1, 2008.

FIGUEIREDO, L.G.G. **Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaças feitas por ultrassonografia em bovinos da raça Nelore.** Pirassununga. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, 2001. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/Universidade de São Paulo. 2001.

HASSEN, A.; WILSON, D.E.; ROUSE, G.H. Estimation of genetic parameters for ultrasound-predicted percentage of intramuscular fat in Angus cattle using random regression models. **Journal of Animal Science**, v.81, p.35-45, 2003.

HASSEN, A.; WILSON, D.E.; ROUSE, G.H.; TAIT Jr, R.G. Partitioning variances of growth in ultrasound longissimus muscle area measures in Angus bulls and heifers. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1272-1279, 2004.

HERRING, W.O.; MILLER, D.C.; BERTRAND, J.K.; BENYSHEK, L.L. Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2216-2226, 1994.

JOHNSTON, D.J.; REVERTER, A.; BURROW, H.M.; ODDY, V.H.; ROBINSON, D.L. Genetic and phenotypic characterization of animal, carcass, and meat quality traits from temperate and tropically adapted beef breeds. 1. Animal measures. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.54, p.107-118, 2003.

KOCH, R.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; VAN VLECK, L.D. Genetic response to selection for weaning weight or yearling weight or yearling weight and muscle score in Hereford cattle: Efficiency of gain, growth and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, v.82, p.668-682, 2004.

LIMA NETO, H.R.; BERGMAN, J.A.G.; GONÇALVES, T.M.; ARAÚJO, F.R.C.; BEZERRA, L.A.F.; SAINZ, R.D.; LÔBO, R.B.; SILVA, M.A. Parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em bovinos da raça Guzerá. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.251-258, 2009.

MARSHALL, D.M. Breed differences and genetic parameters for body composition traits in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2745-2755, 1994.

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

MERCADANTE, M.E.Z.; RAZOOK, A.G.; TROVO, J.B.F.; CYRILLO, J.N.S.G.; FIGUEIREDO, L.A. Parâmetros genéticos do peso no início da estação de monta, considerado indicativo do peso adulto de matrizes Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1135-1144, 2004.

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

MOSER, D.W. **Use of yearling ultrasound measurements of breeding cattle to predict breeding values for carcass traits**. Ph.D. (Dissertation) - University of Georgia, Athens. 1997.

RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; NARDON, R.F.; CYRILLO, J.N.S.G.; RUGGIERI, A.C. Efeitos de raça e da seleção para peso pós-desmame sobre características de confinamento e de carcaça da 15<sup>a</sup> progênie dos rebanhos Zebu e Caracu de Sertãozinho (SP). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.115-124, 2001.

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.

RITCHIE, H. Available technology tools to produce and deliver final products. In: ASAS Western Section Meeting, Montana, 2001. **Proceedings...** Montana: AWSM, 2001. 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.

RODRIGUES, É.; ARRIGONI, M.B.; JORGE, A.M.; BIANCHINI, W.; MARTINS, C.L.; ANDRIGHETTO C. Crescimento dos tecidos muscular e adiposo de fêmeas bovinas de diferentes grupos genéticos no modelo biológico superprecoce. **Revista Brasileira Zootecnia** v.39, n.3, p.625-632, 2010.

SAINZ, R.D.; ARAÚJO, 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. Ribeirão Preto-SP, 2003. **Anais...** Ribeirão Preto: ANCP, 2003. CD-ROM.

SAINZ, R.D.; VERNAZZA PAGANINI, R.F. Effects of different grazing and feeding periods on performance and carcass traits of beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 82, p.292-297, 2004.

SILVA, S.L.; FERRAZ, J.B.S.; MOURÃO, G.B.; TAROUÇO, J.U.; MATTOS, E.C.; TEIXEIRA, L.A.; ELER, J.P. Tendências genéticas para características de carcaça avaliadas por ultrassom em um rebanho Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA 46. 2009. Maringá. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. CD-ROM.

SILVA, S.L.; LEME, P.R.; PUTRINO, S.M.; MARTELLO, L.S.; LIMA, C.G.; LANNA, D.P.D. Estimativa do peso e do rendimento de carcaça de tourinhos Brangus e Nelore, por medidas de ultra-sonografia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1227-1235, 2003.

SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L. Postmortem shrinkage of lamb carcass. **Journal of Animal Science**, v.36, p. 862-867, 1973.

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.

SUGUISAWA, L.; MATTOS, W. R. S.; SOUZA, A. A.; SILVEIRA, A.; OLIVEIRA, H. N.; ARRIGONI, M. B.; BURINI, D. C. M. Ultra-sonografia para predição da composição da carcaça de bovinos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.177-185, 2006b.

SUGUISAWA, L.; MATTOS, W.R.S.; OLIVEIRA, H.N.; SILVEIRA, M.B.; SOUZA, A.A. Correlações simples entre as medidas de ultrassom e a composição da carcaça de bovinos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.169-176, 2006a.

URBINATI, I.; VENTURINI, G.C.; CHUD, T.C.S.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B.; MUNARI, D.P. Parâmetros genéticos e fenotípicos de peso corporal aos 450 dias de idade e características de carcaça de animais da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador - BA. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010. CD-ROM.

VAN MELIS, M.H.; ELER, J.P.; SILVA, J.A. II V.; FERRAZ, J.B.S. Estimação de parâmetros genéticos em bovinos de corte utilizando os métodos de máxima verossimilhança restrita e R. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1624-1632, 2003 (Supl.1).

VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; PAULINO, M.F.; CECON, P.R.; VALADARES, R.F.D.; FERREIRA, M.A.; SILVA, C.M.; SILVA, B.C. Predição da composição corporal de bovinos Nelore e F1 Simental x Nelore a partir da composição química da seção Hankins e Howe (Seção HH). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1112-1119, 2001.

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

YOKOO, M.J.I. **Estimativas de efeitos genéticos e ambientais para características de carcaça medidas pelo ultrassom em bovinos da raça Nelore**. Jaboticabal. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2005. 89p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista, 2005.

YOKOO, M.J.I.; ALBUQUERQUE, L.G.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; ARAÚJO, F.R.C.; SILVA, J.A.V.; SAINZ, R.D. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livestock Science**, v.116, p.147-154, 2008.

YOKOO, M.J.I.; ROSA, G.J.M.; MAGNABOSCO, C.U.; SAINZ, R.D.; LÔBO, R.B.; ALBUQUERQUE, L.G. Efeitos genéticos que afetam as características de carcaça medidas por ultrassom, em duas diferentes idades, e suas correlações com outras características de importância econômica em rebanhos da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. CD-ROM.



## **CAPÍTULO 2 – PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS DE MEDIDAS REPETIDAS DA ÁREA DO MÚSCULO *LONGISSIMUS* E DA ESPESSURA DE GORDURA SUBCUTÂNEA EM BOVINOS NELORE**

**RESUMO:** Atualmente a técnica de ultrassom em tempo real é utilizada para coletar dados *in vivo* de algumas características importantes para avaliação de carcaça de bovinos de corte. O objetivo deste estudo foi estimar coeficientes de herdabilidade e repetibilidade para as características de carcaça obtidas por ultrassonografia em animais Nelore. As características avaliadas por ultrassonografia foram: área do músculo *Longissimus* (AOL) e as espessuras de gordura subcutânea do lombo (EGL) e da garupa (EGG) de machos e fêmeas, dos 10 aos 26 meses de idade. Os componentes de variância foram estimados por meio de análises univariadas, pelo método da máxima verossimilhança restrita - REML, empregando um algoritmo livre de derivadas, sob modelo animal. O arquivo de dados inicial completo foi composto por 3.077 registros de 1.172 animais, nascidos de 2003 a 2008. Foram realizadas duas análises: a) todos os registros de AOL, EGL e EGG, de 10 a 26 meses de idade, modelo com medidas repetidas e b) considerando dois períodos (11 a 17 e 18 a 24 meses de idade), modelo também com medidas repetidas. As estimativas de herdabilidade variaram de 0,35 a 0,65 para AOL, 0,20 a 0,39 para EGL e 0,22 a 0,43 para EGG, mostrando que a seleção direta para estas características resultará em ganho genético. As estimativas de repetibilidade foram moderadas, variando de 0,42 a 0,73. Entre as três características analisadas, a AOL apresentou maior estimativa de repetibilidade, tanto na primeira (0,70) quanto na segunda análise (0,73). As estimativas de repetibilidade sugerem que as medidas de ultrassonografia são precisas, no entanto, a AOL tem maior precisão que as medidas de espessura de gordura. Para maior precisão das medidas de gordura subcutânea, é recomendado obtê-las em épocas de maior disponibilidade de alimentos.

**Palavras-chave:** características de carcaça, herdabilidade, repetibilidade, ultrassonografia



### **Phenotypic and genetic parameters of *Longissimus* muscle area and subcutaneous fat thickness repeated measures in Nelore cattle**

**ABSTRACT:** Currently the technique of real-time ultrasound is used to collect data *in vivo* of some important traits for carcass evaluation of beef cattle. The aim of this study was to estimate repeatability and heritability coefficients for carcass traits obtained by ultrasound in Nelore cattle. The traits evaluated by ultrasonography were: *Longissimus* muscle area (LMA) and backfat (BFAT) and rump fat thickness (RFAT) of males and females obtained from 10 to 26 months of age. Variance components were estimated in one-trait analysis by restricted maximum likelihood method (REML), using a derivative free algorithm, fitting an animal model. The complete data file consisted of 3,077 records of 1,172 animals, born from 2003 to 2008. Two analyses were performed: a) all records of LMA, BFAT and RFAT, obtained from 10 to 26 months of age, with repeated measures, and b) considering two periods (11 to 17 and 18 to 24 months of age), also with repeated measures. Heritability estimates ranged from 0.35 to 0.65 for LMA, from 0.20 to 0.39 for BFAT and 0.22 to 0.43 for RFAT, showing that direct selection for these traits can result in genetic gain. The repeatability estimates were moderate, varying from 0.42 to 0.73. Among the three traits analyzed, LMA showed higher repeatability estimates, both in the first (0.70) and in the second analyze (0.73). The results suggest that the ultrasound measurements are precise; however, LMA is a more precise measure than fat thickness. For more precise measures of subcutaneous fat thickness, is recommended to measure the animals during the months with greater food availability.

**Keywords:** carcass traits, heritability, repeatability, ultrasound.



## 1. INTRODUÇÃO

O melhoramento genético animal tem como ferramenta de grande importância a avaliação genética, em que a identificação e seleção de indivíduos geneticamente superiores levará a um aumento na eficiência econômica dos rebanhos. Para que se possa alcançar esta eficiência econômica é preciso que estes animais geneticamente superiores sejam utilizados como reprodutores nos rebanhos, buscando aumentar e acumular a frequência de genes desejáveis.

Em programas de melhoramento genético, um dos pontos essenciais é a definição dos objetivos e critérios de seleção, e para isso é importante que se conheça a variabilidade genética das características em questão. Se o objetivo for produzir animais de maior rendimento de carne comestível e com melhor deposição de gordura de cobertura, agregando valor aos animais e remunerando melhor o produtor, o critério de seleção deve incluir algumas características de carcaça (WILSON, 1992; REVERTER et al., 2000).

Atualmente a técnica de ultrassom é utilizada para obter dados de características de carcaça em bovinos vivos, que posteriormente são utilizados para a predição de valores genéticos. Antes do uso dessa técnica na pecuária, a identificação dos touros geneticamente superiores para mérito de carcaça só era realizada com teste de progênie, um método caro, lento e complicado (WILSON, 1992). Com a técnica da ultrassonografia bem estabelecida e a utilização de técnicas de avaliação genética, é possível selecionar animais superiores e obter

ganhos genéticos para as características de carcaça, uma vez que a herdabilidade dessas características varia de moderada a alta (REVERTER et al., 2000; HASSEN et al., 2004; MEYER et al., 2004; YOKOO et al., 2009).

Muitas características zootécnicas são medidas no mesmo animal ao longo do tempo, visando aumentar a precisão das medidas destas características, no caso de resultados experimentais, ou aumentar a acurácia de predição dos valores genéticos em programas de melhoramento animal. O coeficiente de repetibilidade é um parâmetro que, segundo Cruz et al. (2004), pode ser definido em termos estatísticos como a correlação entre as medidas feitas em um mesmo indivíduo, sob variações no tempo ou no espaço. Esse coeficiente representa a proporção da variância fenotípica total de uma característica que é explicada por diferenças permanentes entre indivíduos. Essas diferenças ocorrem por variações nos genótipos e pelas alterações permanentes atribuídas ao ambiente comum. De acordo com Falconer e Mackay (1996), não apenas as diferenças permanentes entre indivíduos, mas também as diferenças causadas pelo ambiente temporário contribuem para a variância fenotípica total. Essa variância só poderá ser analisada em termos de variância dentro de indivíduos e de variância entre indivíduos quando forem efetuadas várias medidas de uma mesma característica em cada indivíduo.

Segundo Hassen et al. (2004), as características de carcaça avaliadas por ultrassom, como outras características em bovinos de corte, podem ser obtidas no mesmo animal ao longo do tempo, o que possibilita estimar a covariância entre as mesmas e verificar se as medidas foram feitas com suficiente repetibilidade. Esse parâmetro é usado, entre outros, para avaliar a habilidade de técnicos em cursos de treinamento e certificação para obtenção de imagens de ultrassonografia de características de carcaça (BIF, 2002; WILSON, 2006).

O objetivo deste estudo foi estimar coeficientes de herdabilidade e repetibilidade para as características de carcaça obtidas por ultrassonografia em animais Nelore, com a finalidade de verificar a precisão das medidas, assim como a possibilidade de usá-las em programas de seleção.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As informações utilizadas nesse estudo são provenientes de animais da raça Nelore de três linhas de seleção para crescimento, nascidos de 2003 a 2008, que fazem parte do projeto de seleção das raças zebuínas do Centro APTA Bovinos de Corte, Instituto de Zootecnia, Sertãozinho-SP. Os animais permaneceram em pastagem até os 7 meses de idade, quando foram desmamados. Após esse período os machos foram para prova de ganho em peso em confinamento e as fêmeas ficaram em pastagem, com exceção de parte das fêmeas nascidas em 2004, 2005 e 2008, as quais também permaneceram em manejo de prova de ganho em peso após a desmama. Após um ano de idade machos e fêmeas ficaram em pastagem, exceto pequena amostra dos machos (cerca de 30 por ano dos nascidos de 2006 a 2008) que foram confinados em dieta de terminação de alta energia até atingirem 8mm de gordura subcutânea para o abate. Essas diferenças de manejo alimentar (pasto e confinamento) foram levadas em conta na formação dos grupos de contemporâneos.

As características avaliadas por ultrassonografia foram: área do músculo *Longissimus* (AOL) e as espessuras de gordura subcutânea do lombo (EGL) e da garupa (EGG) de machos e fêmeas, coletadas no período de 2005 a 2010. As avaliações foram feitas com intervalo médio de três meses. As imagens de AOL e EGL foram obtidas entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, colocando-se o transdutor perpendicularmente a coluna vertebral do animal, do lado esquerdo, utilizando um acoplador acústico (*standoff*). A EGG foi coletada na intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris*, localizados entre o ílio e o ísquio.

As imagens foram obtidas e gravadas com aparelho de ultrassonografia Pie Medical 401347-Aquila (Esaote Europe B.V.), sonda linear de 18 cm, de 3,5 MHz. As imagens coletadas foram gravadas e posteriormente mensuradas utilizando o programa Echo Image Viewer 1.0 (Pie Medical Equipament B.V., 1996), sendo que a unidade de medida da AOL foi dada em centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>) e a unidade de medida da EGL e EGG em milímetros (mm).

Os componentes de variância foram estimados por meio de análises univariadas, pelo método da máxima verossimilhança restrita - REML, empregando um algoritmo livre de derivadas, sob modelo animal. As análises foram feitas utilizando o programa computacional ASREML (GILMOUR et al., 1999). O arquivo de dados inicial completo foi composto por 3.077 registros de 1.172 animais, nascidos entre 2003 e 2008, sendo estes filhos de 78 touros e 551 vacas. A matriz de parentesco continha 7.873 animais. Na consistência dos dados, considerando que a quantidade de informações para as características de carcaça era relativamente pequena, alguns *outliers* foram identificados e, quando possível, corrigidos.

Após a consistência dos dados foram realizadas duas análises distintas, tendo a primeira como objetivo principal verificar a precisão da técnica em todo o período estudado, e a segunda estudar a melhor época para obtenção das medidas de carcaça. A análise 1 incluiu 3.014 registros de 1.150 animais, sendo 389 machos e 761 fêmeas correspondendo a 34% e 66% respectivamente, com 10 a 26 meses de idade (média 17,45±4,24 meses). Nesta amplitude de idade, 29% dos animais foram medidos uma única vez, 20% tiveram duas medidas, 17% três medidas, 29% quatro medidas e apenas 5% dos animais foram medidos cinco vezes.

Para a análise 2 foram considerados dois períodos, sendo o período 1 composto por 1.406 registros de 685 animais, com idade entre 11 e 17 meses (média de 14,14±1,72 meses). Os dados foram obtidos nos meses de outubro a fevereiro, em 341 machos e 374 fêmeas nascidos nos anos de 2006, 2007 e 2008, sendo que 87% dos animais possuíam duas medidas. O período 2 foi composto por 1.132 registros de 835 animais, com idade entre 18 e 24 meses (média de 20,24±1,42 meses), obtidos nos meses de maio a setembro, em 217 machos e 618 fêmeas nascidos entre os anos de 2004 e 2008. Dos animais com medidas repetidas apenas 34% possuíam duas medidas e o restante apenas uma.

Os modelos de análise incluíram os efeitos aleatórios genético aditivo direto e de ambiente permanente do animal. Como efeitos fixos, os modelos da análise 1 incluíram: grupo de contemporâneos (GC) composto por linha seleção (1, 2, 3), ano de nascimento, sexo,

manejo (1, 2), mês e ano da medida; classe de idade da vaca ao parto (3, ...,  $\geq 10$  anos) e idade do animal como covariável linear e quadrática. Na análise 2 os modelos incluíram os efeitos fixos de GC composto por linha seleção, ano de nascimento, sexo, manejo (1, 2) e mês da medida; classe de idade da vaca ao parto (3, ...,  $\geq 10$  anos) e idade do animal como covariável linear e quadrática. Na análise 1 os animais estavam divididos em 93 grupos de contemporâneos e na análise 2 em 43 e 37 grupos, respectivamente no período 1 e 2. Grupos de contemporâneos com menos de 4 animais foram excluídos das análises.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as médias e os parâmetros fenotípicos e genéticos para as características de carcaça estudadas, estimados nas duas análises. As médias para AOL encontradas no presente trabalho foram 47,49 cm<sup>2</sup> na primeira análise, aos 17 meses de idade, e 45,29 cm<sup>2</sup> e 48,08 cm<sup>2</sup> na segunda análise, para o primeiro e segundo períodos, aos 14 e 20 meses de idade, respectivamente, muito próximas às relatadas por Yokoo et al. (2008) para animais Nelore também aos 17 meses de idade. Valores médios encontrados para AOL, em pesquisa com 4.653 dados de animais Angus, com idade de 6 a 15 meses, foram de 77,6 cm<sup>2</sup> para os machos e 63,9 cm<sup>2</sup> para as fêmeas (HASSEN et al., 2004). Em estudo com animais da raça Guzerá com média de idade de 17,6 meses, Lima Neto et al. (2009) relataram valores médios de 58,10 cm<sup>2</sup> para AOL, superior ao do presente trabalho provavelmente pelo fato da amostra conter 90% de machos. Meirelles et al. (2010) relataram média de AOL de 46,6cm<sup>2</sup> em animais da raça Canchim com idade média de 18 meses, cuja amostra continha machos e fêmeas.

Tabela 1. Número de registros, médias observadas, desvio padrão, valores mínimo e máximo para as características de carcaça avaliadas por ultrassom, segundo a análise considerada

	Características	Nº Registros	Média	DP	Mínimo	Máximo
			<b>Análise 1</b>			
<b>Medidas repetidas</b>	AOL, cm <sup>2</sup>	3.006	47,49	10,19	16,5	85,3
	EGL, mm	3.002	1,34	1,13	0	10,1
	EGG, mm	2.997	3,79	2,27	0	15,4
			<b>Análise 2</b>			
<b>Período 1</b>	AOL, cm <sup>2</sup>	1.405	45,29	10,96	16,5	77,9
	EGL, mm	1.401	1,03	0,91	0	7,5
	EGG, mm	1.404	3,22	1,87	0	13,9
<b>Período 2</b>	AOL, cm <sup>2</sup>	1.126	48,98	9,45	21,2	85,3
	EGL, mm	1.126	1,74	1,28	0	10,1
	EGG, mm	1.120	4,85	2,50	0	15,4

DP = desvio-padrão da média, AOL = área do músculo *Longissimus*, EGL = espessura de gordura subcutânea no lombo, EGG = espessura de gordura subcutânea na garupa.

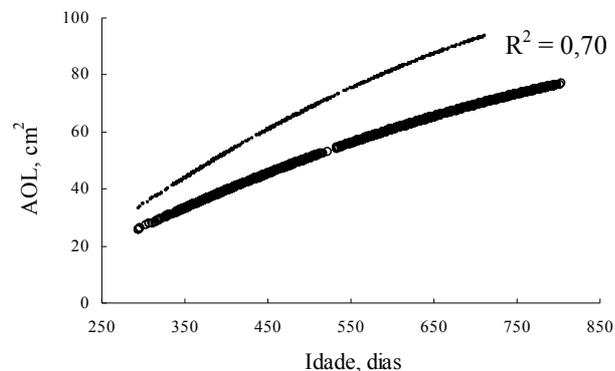
Os valores médios observados para EGL e EGG foram baixos, provavelmente devido à raça e à idade e, principalmente, ao sistema de produção dos animais. Animais jovens da raça Nelore criados em pastagem apresentam escassa cobertura de gordura, como descrito por Yokoo et al (2008). Reverter et al. (2000) relataram médias mais altas para EGL (3,01 e 3,10 mm) e EGG (4,2 e 4,9 mm) em machos das raças Angus e Hereford com idade média de 480 dias e Meirelles et al. (2010) relataram média semelhante à do presente trabalho ( $1,90 \pm 0,77$ ) em animais da raça Canchim com idade média de 18 meses.

As médias de EGL e EGG foram baixas no período 1, uma vez que esses registros foram obtidos logo após a época da seca. Nessa época as forrageiras apresentam baixo valor nutritivo com baixos teores de proteína bruta e altos teores de fibra com baixa disponibilidade de energia para o animal. Apesar dos machos terem permanecido em confinamento, a dieta da prova de ganho em peso apresenta 11% de PB e 64% de NDT na matéria seca e a disponibilidade de nutrientes é representativa da encontrada em pastagens de média qualidade. O período 2 incluiu registros obtidos após a época das chuvas, período de

abundância de recursos forrageiros, o que explica as médias de EGL e EGG superiores neste período (Tabela 1), em relação ao período 1.

Silva et al. (2009) avaliaram características de carcaça de cerca de 6.500 animais Nelore, com idade variando de 546 a 911 dias, e relataram média de 56,3 cm<sup>2</sup> para AOL e médias de 2,64 mm e 4,61 mm para as espessuras de gordura no lombo e na garupa, respectivamente.

A visualização do efeito da idade nas três características de carcaça é apresentada nas Figuras 1 e 2, que reúne todos os dados obtidos por ultrassom no período estudado (2003 a 2008). Como esperado, os machos apresentaram medidas de AOL (Figura 1.) superiores que as das fêmeas em todas as idades, com menor desaceleração do crescimento que as fêmeas após 18-20 meses de idade, não sendo observada, até a idade estudada, uma estabilização do crescimento da área do músculo *Longissimus* em ambos os sexos. Animais selecionados para peso tem grande potencial de crescimento e esse pode ser um dos motivos para que não se observe uma estabilização no desenvolvimento muscular até a idade estudada.



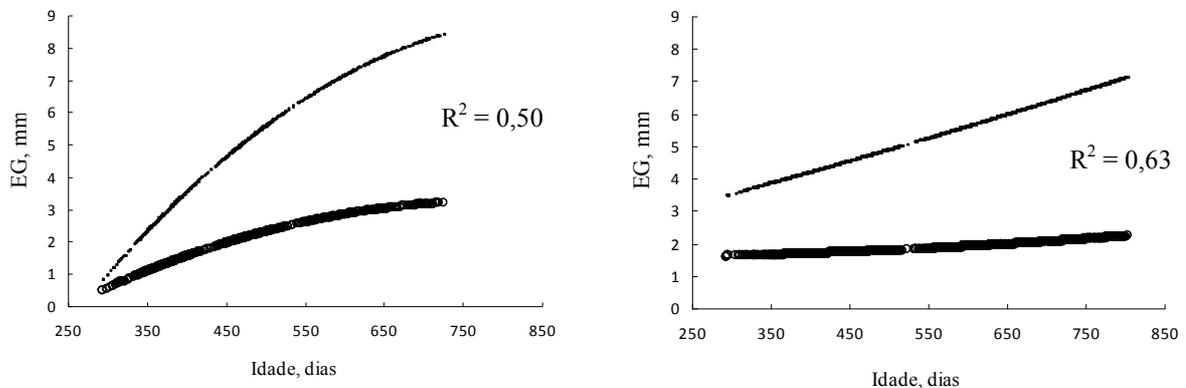
$$\text{Machos} = 66,5084833 + 0,14577354x - 0,00011029x^2 \quad \text{Fêmeas} = 58,9311833 + 0,09381301x - 0,00006310x^2$$

Figura 1. Valores preditos da área do músculo *Longissimus* de machos (linha delgada) e fêmeas (linha espessa), por idade.

Nas fêmeas, as espessuras de gordura no lombo e na garupa foram, em idades mais jovens, maiores que a dos machos, ainda que parte delas tenha sofrido os efeitos da seca pós-desmama (Figura 2.). Próximo aos 430 dias de idade, os machos apresentaram maior espessura de gordura que as fêmeas e neste momento o crescimento da gordura dos machos foi maior. Esse período coincidiu com a estação chuvosa, meses de dezembro, janeiro e fevereiro, além disso os machos não sofreram com a seca, pois estavam em prova de ganho de

peso em confinamento, enquanto que grande parte das fêmeas estava em pastagem desde o desmame (7 meses de idade). Uma pequena parte dos machos após essa idade estava em dieta de terminação e isso também pode ser uma das explicações para as diferenças de gordura subcutânea nessa idade. Resultados diferentes foram relatados por Reverter et al. (2000). (2008). Fêmeas das raças Angus e Hereford apresentaram maior espessura de gordura subcutânea no lombo (4,7 e 3,0 mm) e na garupa (6,6 e 4,6 mm) que os machos com idade média de 480 dias. Yokoo et al. (2010) também relataram maiores médias para EGL e EGG em fêmeas (2,8 e 5,2 mm) que em machos (1,5 e 2,4 mm) Nelore com idade média de 17 meses. Entretanto, é possível observar na Figura 2 que a taxa de deposição de gordura nos machos, chegou a um máximo e começou a estabilizar, enquanto que a taxa de deposição de gordura subcutânea na garupa das fêmeas aumentou principalmente após os 550 dias de idade, o que pode ser devido ao início da puberdade.

De acordo com Berg e Butterfield (1976), a deposição de gordura ocorre primeiramente no traseiro e dianteiro, avançando em direção à coluna vertebral, isso explica uma menor espessura de gordura no lombo quando comparado com a garupa.



$$\begin{aligned} \text{EGL\_Machos} &= 2,539805827 + 0,005663071x - 0,000008319x^2 \\ \text{EGG\_Machos} &= 5,539189174 + 0,017975505x - 0,000021623x^2 \\ \text{EGL\_Fêmeas} &= 2,244355827 + 0,000065590x + 0,000003566x^2 \\ \text{EGG\_Fêmeas} &= 5,725329174 + 0,006159147x + 0,000003431x^2 \end{aligned}$$

Figura 2. Valores preditos das espessuras de gordura subcutânea (EG) no lombo (linha espessa) e na garupa (linha delgada) de machos (esquerda) e de fêmeas (direita), por idade.

As estimativas de herdabilidade (Tabela 2) obtidas na análise 1 para AOL ( $0,34 \pm 0,06$ ) e EGL ( $0,20 \pm 0,05$ ) foram muito próximas aos valores estimados por Lima Neto et al. (2009), que estudando cerca de 1.325 observações de animais da raça Guzerá (machos e

fêmeas) entre 10 a 32 meses de idade em modelo com medidas repetidas, relataram valores de herdabilidade de  $0,34 \pm 0,09$  para AOL e  $0,32 \pm 0,02$  para EGL. No entanto, a herdabilidade para EGG no presente estudo foi de  $0,26 \pm 0,05$ , sendo superior ao valor ( $0,10 \pm 0,08$ ) relatado por Lima Neto et al. (2009). Silva et al. (2009), relataram estimativas de herdabilidade diferentes às estimadas no presente trabalho, para AOL (0,27) e EGG (0,42) e o valor próximo para EGL (0,21).

Na análise 2, com medidas repetidas em dois períodos, as herdabilidades foram próximas entre os dois períodos (Tabela 2), com exceção da AOL, que foi maior no período 1 ( $0,46 \pm 0,10$ ) que no período 2 ( $0,33 \pm 0,08$ ). Estes resultados podem ser devido ao fato que no período 2 há maior porcentagem de fêmeas quando comparado ao período 1. Reverter et al. (2000) estudando animais da raça Angus e Meirelles et al. (2009) estudando animais da raça Canchim verificaram que a herdabilidade desta mesma característica medida em machos foi maior que em fêmeas em uma mesma idade. Entretanto, Meyer et al. (2004), analisando dados de bovinos Hereford observaram o contrário, maiores estimativas de herdabilidade para AOL em fêmeas que em machos.

Em trabalhos realizados no Brasil, estimativas de herdabilidade de 0,35, 0,52 e 0,40 foram relatadas para as características de carcaça AOL, EGL e EGG medidas por ultrassom em animais da raça Nelore próximos aos 17 meses de idade (YOKOO et al., 2008). Valores inferiores foram relatados por Urbinati et al. (2010), 0,26, 0,16 e 0,22 respectivamente para AOL, EGL e EGG, também em animais Nelore com idade média de 15 meses. Bonin et al. (2010), avaliando AOL e EGL em 2.190 animais da raça Nelore aos 18 meses de idade, relataram estimativa de herdabilidade de baixa magnitude para EGL (0,06) e de média magnitude (0,37) para AOL. De um modo geral, as estimativas de herdabilidade obtidas no presente trabalho foram superiores aos valores relatados por outros autores para animais da raça Nelore, evidenciando que animais selecionados para peso têm variabilidade genética para as características de carcaça avaliadas por ultrassom.

Tabela 2. Estimativas de herdabilidade e repetibilidade, obtidas por diferentes análises, para as características de carcaça

	<b>Características</b>	<b><math>h^2 \pm EP</math></b>	<b><math>t \pm EP</math></b>
		<b>Análise 1</b>	
<b>Medidas repetidas</b>	AOL, cm <sup>2</sup>	0,34±0,06	0,70±0,02
	EGL, mm	0,20±0,05	0,52±0,02
	EGL, mm	0,26±0,05	0,48±0,02
		<b>Análise 2</b>	
<b>Período 1</b>	AOL, cm <sup>2</sup>	0,46±0,10	0,73±0,02
	EGL, mm	0,26±0,08	0,43±0,03
	EGL, mm	0,29±0,08	0,42±0,03
<b>Período 2</b>	AOL, cm <sup>2</sup>	0,33±0,08	0,68±0,03
	EGL, mm	0,24±0,08	0,71±0,03
	EGL, mm	0,29±0,08	0,63±0,03

$h^2$  = herdabilidade,  $t$  = repetibilidade, EP = erro padrão da estimativa, AOL = área do músculo *Longissimus*, EGL = espessura de gordura subcutânea no lombo, EGG = espessura de gordura subcutânea na garupa.

Um parâmetro importante para verificar a precisão da técnica de ultrassonografia é a repetibilidade, definida como a correlação entre medidas repetidas no mesmo animal. Além disso, expressa o valor máximo que a herdabilidade pode atingir, pois representa a proporção da variância fenotípica, que é atribuída às diferenças genéticas, confundidas com os efeitos permanentes de ambiente que atuam no genótipo (FALCONER e MACKAY, 1996).

Apesar das medidas terem sido obtidas com intervalo médio de três meses, a estimativa de repetibilidade na análise 1 foi alta para AOL (0,70±0,02) e moderada para EGL (0,52±0,02) e EGG (0,48±0,02). Mercadante et al. (2010), analisando uma parte do mesmo conjunto de dados (idades em dias variando de 343 a 773) do presente trabalho, com modelo de regressão aleatória, relataram estimativas de repetibilidade levemente superiores (0,74 para AOL e 0,64 para as espessuras de gordura subcutânea) às estimadas com modelos de repetibilidade.

Na análise 2, as estimativas de repetibilidade das medidas de gordura foram menores quando obtidas após a estação seca (período 1) do que após a estação das águas (período 2), sugerindo menor precisão da técnica quando as médias de EGL e EGG são menores (Tabela 1). Segundo Mercadante et al. (2010), áreas de diferentes impedâncias acústicas entre tecidos

(fâscias e tecido adiposo) provocam aumento da espessura da fâscia (artefato na imagem). Esse fato ocorre principalmente com as fâscias e tecido adiposo com menos de 1 mm de espessura quando utilizada frequência de 3,5 MHz, dificultando a definição dos pontos a serem utilizados para a mensuração da espessura de gordura.

Os valores de repetibilidade para AOL nos dois períodos estudados foram altos (0,73 e 0,68) e estão entre as maiores da literatura para animais *Bos indicus*. Araújo (2003), avaliando animais da raça Nelore de 15 a 24 meses de idade, relatou estimativa de repetibilidade de 0,44 para AOL, enquanto Lima Neto et al. (2009), avaliando animais da raça Guzará de 10 a 32 meses de idade, relataram estimativa de repetibilidade de 0,39 para AOL.

No entanto estes valores estão abaixo dos estimados por Hassen et al. (2004), que em animais da raça Angus relataram valor de repetibilidade variando de 0,80 a 0,88. A explicação para isso é que, como no presente trabalho, Araújo (2003) e Lima Neto et al., (2009) também obtiveram as medidas de carcaça com intervalo médio de três meses, diferente de Hassen et al. (2004) que obtiveram as medidas a cada 4 a 6 semanas.

As estimativas de repetibilidade para EGL e EGG foram de menores magnitudes que para a AOL, corroborando com os resultados de Lima Neto et al. (2009), que relataram valores de 0,75 para EGL e 0,49 para EGG, mas estão bem acima do valor relatado por Araújo (2003), que relatou estimativa de repetibilidade de 0,04 para EGL. Menores estimativas de repetibilidade para espessura de gordura subcutânea podem estar associadas à variação no manejo alimentar dos animais no período estudado, levando em conta que grande parte destes animais estava sob regime de pasto, possivelmente sem condições ambientais satisfatórias para a expressão da característica.

De acordo com os resultados encontrados é possível afirmar que uma só medida é suficiente para avaliar a AOL dos animais e, apesar das estimativas de repetibilidade para as espessuras de gordura não terem sido tão altas, sugere-se que uma única medida possa ser tomada, entretanto, o melhor período para a avaliação destas características (EGL e EGG) seria a partir dos meses de janeiro e fevereiro, período de maior disponibilidade de alimentos. Levando-se em conta tanto as estimativas de repetibilidade como as de herdabilidade, sugere-se que as medidas sejam tomadas no período 1, quando os animais são mais jovens, uma vez que as estimativas de herdabilidade são iguais ou superiores para as três características de carcaça estudadas, apesar dos menores valores de repetibilidade para as medidas de gordura subcutânea.



#### 4. CONCLUSÕES

As características de carcaça medidas por ultrassonografia apresentam variabilidade genética suficiente para serem exploradas na seleção direta de animais da raça Nelore. Essas características podem ser obtidas próximas aos 14 meses de idade.

As estimativas de repetibilidade das medidas da área do músculo *Longissimus* indicam que essa característica é mais precisa que as medidas de gordura subcutânea. Para maior precisão das medidas de gordura subcutânea, é recomendado obtê-las em épocas de maior disponibilidade de alimentos.



## 5. LITERATURA CITADA

ARAÚJO, F.R.C. **The use of real-time ultrasound to estimate variance components for growth and carcass traits in Nelore cattle.** 56p. Thesis (Master Degree) – Department of Animal Science, University of California, Davis. 2003.

BIF. Beef Improvement Federation. **Guidelines for uniform beef improvement programs.** Hohenboken, W.D. (Ed.). Athens, GA. 2002.

BONIN, M.N.; FERRAZ, J.B.S.; SILVA, S.L.; GOMES, R.C.; CUCCO, D.C.; SILVA NETO, P.Z.; SANTANA Jr., M.L.; ELER, J.P.; OLIVEIRA, E.C.M.; PEDROSA, V.B.; OLIVEIRA, P.S.; GROENEVELD, E. Genetic parameters for body measurements and ultrasound carcass traits in Nelore cattle. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 9., 2010, Leipzig, Germany. **Proceedings...** Leipzig: WCGALP, 2010. CD-ROM.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 3.ed. Viçosa: UFV, v.1. 480p, 2004.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics.** Essex: Longman, 1996. 464p.

GILMOUR, A.; CULLIS, B.R.; WELHAM, S.J.; THOMPSON, R. **ASREML Reference Manual.** Orange: New South Wales Agriculture, 1999. 232p.

HASSEN, A.; WILSON, D.E.; ROUSE, G.H.; TRAIT Jr., R.G. Partitioning variances of growth in ultrasound longissimus muscle area measures in Angus bulls and heifers. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1272-1279, 2004.

LIMA NETO, H.R.; BERGMAN, J.A.G.; GONÇALVES, T.M.; ARAÚJO, F.R.C.; BEZERRA, L.A.F.; SAINZ, R.D.; LÔBO, R.B.; SILVA, M.A. Parâmetros genéticos para

características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em bovinos da raça Guzerá. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.251-258, 2009.

MEIRELLES, S.L.; ALENCAR, M.M.; OLIVEIRA, H.N.; REGITANO, L.C.A. Estimativas de parâmetros genéticos em função do sexo para características de carcaça de animais da raça Canchim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. CD-ROM.

MEIRELLES, S.L.; ALENCAR, M.M.; OLIVEIRA, H.N.; REGITANO, L.C.A. Efeitos de ambiente e estimativas de parâmetros genéticos para características de carcaça em bovinos da raça Canchim criados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1437-1442, 2010.

MERCADANTE, M.E.Z.; FARO, L.; PINHEIRO, T.R.; CYRILLO, J.N.S.G.; BONILHA, S.F.M.; BRANCO, R.H. Estimation of heritability and repeatability for ultrasound carcass traits in Nelore cattle using random regression models. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 9., 2010, Leipzig, Germany. **Proceedings...** Leipzig: WCGALP, 2010. CD-ROM.

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.

SILVA, S.L.; FERRAZ, J.B.S.; MOURÃO, G.B.; TAROUÇO, J.U.; MATTOS, E.C.; TEIXEIRA, L.A.; ELER, J.P. Tendências genéticas para características de carcaça avaliadas por ultrassom em um rebanho Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46. 2009. Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. CD-ROM.

URBINATI, I.; VENTURINI, G.C.; CHUD, T.C.S.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B.; MUNARI, D.P. Parâmetros genéticos e fenotípicos de peso corporal aos 450 dias de idade e características de carcaça de animais da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador - BA. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010. CD-ROM.

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

WILSON, D.E. Ultrasound certification statistics. In: WORKSHOP DE ULTRASSONOGRAFIA PARA AVALIAÇÃO DE CARCAÇA BOVINA, 2., 2006, Uberaba. **Anais...** Uberaba: AVAL Serviços Tecnológicos S/A, 2006. CD-ROM.

YOKOO, M.J.I.; ALBUQUERQUE, L.G.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; ARAÚJO, F.R.C.; SILVA, J.A.V.; SAINZ, R.D. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livestock Science**, v.116, p.147-154, 2008.

YOKOO, M.J.I.; ROSA, G.J.M.; MAGNABOSCO, C.U.; SAINZ, R.D.; LÔBO, R.B.; ALBUQUERQUE, L.G. Efeitos genéticos que afetam as características de carcaça medidas por ultrassom, em duas diferentes idades, e suas correlações com outras características de importância econômica em rebanhos da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. CD-ROM.

YOKOO, M.J.I.; LÔBO, R.B.; ARAÚJO, F.R.C.; BEZERRA, L.A.F.; SAINZ, R.D.; ALBUQUERQUE, L.G. Genetic associations between carcass traits measured by real-time ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, Chanpaigne v.88, p.52-58, 2010.



### **CAPÍTULO 3 – PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS ESTIMADOS ENTRE CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO E CARÇAÇA, AVALIADAS POR ULTRASSONOGRAFIA AO ANO E SOBREANO**

**RESUMO:** A possibilidade de selecionar reprodutores para características de carcaça, em fases precoces do crescimento, pode aumentar significativamente a taxa de progresso genético dessas características nos programas de seleção. Visando gerar resultados que possam ser úteis na elaboração e implementação de programas de melhoramento para as características de carcaça avaliadas por ultrassonografia, um dos objetivos do presente trabalho foi estimar os coeficientes de herdabilidade, correlações genéticas e fenotípicas entre características de carcaça avaliadas por ultrassom ao ano e sobreano, e outras características de importância econômica normalmente utilizadas como critérios de seleção em bovinos de corte. O segundo objetivo foi estimar a mudança genética nas características de carcaça avaliadas, advinda da seleção para peso ao sobreano. Foram realizadas três análises. Na primeira foram analisadas somente as características de carcaça medidas por ultrassonografia em duas idades, ano e sobreano. Na segunda foram analisadas as características de carcaça obtidas aos 12 meses de idade e os pesos à seleção, altura e condição corporal de machos e fêmeas. Na terceira foram analisadas as características de carcaça obtidas aos 18 meses de idade com os pesos à seleção, altura e condição corporal de machos e fêmeas. Análises multicaracterísticas foram realizadas pelo método da máxima verossimilhança restrita, sob modelo animal, utilizando o aplicativo WOMBAT. Para ilustrar o efeito da seleção para crescimento, médias ajustadas das características de carcaça e dos pesos, por linha de seleção, Nelore Controle, Nelore Seleção e Nelore Tradicional, foram estimadas utilizando somente registros dos animais nascidos nos últimos 3 anos (2006 a 2008). Os machos apresentaram maiores médias de área do músculo *Longissimus* (AOL) nas duas idades (ano e sobreano) e de espessura de gordura subcutânea no lombo (EGL) e na garupa (EGG) somente ao ano. As estimativas de herdabilidade foram altas para AOL ao ano e sobreano, 0,47 e 0,40, respectivamente. Para as espessuras de gordura as herdabilidades variaram de 0,37 a 0,29. As correlações genéticas entre a mesma característica nas duas idades foram altas (0,95) para AOL. As estimativas de herdabilidade indicam que a variação observada nas características é, em grande parte, devido aos genes de efeito aditivo. A seleção para maior AOL levará a mudança genética no sentido de aumento na deposição de gordura subcutânea ao ano e sobreano. A seleção para maiores pesos leva ao aumento da AOL sem alterar a espessura de gordura subcutânea.

**Palavras-chave:** área do músculo *Longissimus*, correlação genética, espessura de gordura subcutânea, resposta correlacionada



## **Genetic and phenotypic parameters estimated among growth and carcass traits, obtained by ultrasound at yearling and post yearling**

**ABSTRACT:** The ability to select sires for carcass traits in early phases of growth, can significantly increase the rate of genetic changes of these traits in breeding programs. Aiming to generate results that can be useful in the zebu breeding programs including carcass traits measured by ultrasound, one objective of this study was to estimate heritability and genetic and phenotypic correlations between carcass traits measured by ultrasound at yearling and post yearling, and other economically important traits normally used as selection criteria in beef cattle. The second objective was to estimate the genetic change in carcass traits in lines selected for growth. Three analyses were performed. In the first, only the carcass traits measured by ultrasound at two ages, yearling and post yearling, were analyzed. In the second, the carcass traits obtained at 12 months of age, and the selection weights, height and body condition score of bulls and heifers, were analyzed. In the third, the carcass traits obtained at 18 months of age, and the selection weights, height and body condition score of bulls and heifers, were also analyzed. The analyses were performed using restricted maximum likelihood methodology, fitting an animal model, and using the software WOMBAT. To show the effect of selection for growth, adjusted means of carcass traits and weights, by selection lines selection, were estimated using only records of animals born in the last three years (2006 to 2008). Bulls showed higher LMA at both ages (yearling and post yearling) and higher BFAT and RFAT only at yearling, comparing to the heifers. Heritability estimates were high for LMA, both at yearling and post yearling, 0.47 and 0.40, respectively. For the fat thickness measures, the heritabilities were 0.37 and 0.29. Genetic correlations between the same traits in the two ages were high (0.95) for LMA. The heritability estimates indicate that the observed variation in traits is largely due to the additive effect of genes. Selection for LMA could promote correlated genetic change for increasing subcutaneous fat deposition. The selection for growth promoted genetic change in LMA without changing subcutaneous fat thickness.

**Keywords:** correlated responses, fat thickness, genetic correlation, *Longissimus* muscle area



## 1. INTRODUÇÃO

Existem atualmente no mercado mundial vários programas de avaliação genética, para várias raças de bovinos de corte, que disponibilizam diferenças esperadas na progênie (DEPs) para características de interesse econômico, com o intuito de acelerar o progresso genético, melhorar a produtividade e aumentar o valor do produto final. A característica área do músculo *Longissimus* (AOL) é um indicador de musculosidade, enquanto as características de espessuras de gordura são indicadores de terminação e qualidade de carne (SAINZ et al., 2003). De acordo com Silva et al. (2003), as medidas de ultrassom aliadas ao peso vivo podem estimar com alta acurácia o peso da carcaça quente e moderadamente o rendimento de carcaça.

No Brasil, a avaliação das características de carcaça, área do músculo *Longissimus* e espessura de gordura subcutânea no lombo e na garupa, avaliadas por ultrassonografia em bovinos da raça Nelore criados em pastagem deve ser realizada ao sobreano, de acordo com a empresa AVAL Serviços Tecnológicos, pois nessa idade os animais apresentam variabilidade suficiente para estas características.

Entretanto, com idade próxima de um ano o número de animais no rebanho é significativamente maior quando comparado com idades posteriores, sendo que nestas idades os animais já podem ter sido selecionados com base em outros critérios. Segundo Yokoo et al.

(2009), há escassez de estudos sobre variação genética aditiva de características de carcaça medidas por ultrassonografia, obtidas em animais zebuínos em idades jovens.

A possibilidade de selecionar reprodutores para características de carcaça, em fases precoces do crescimento, pode aumentar significativamente a taxa de progresso genético dessas características nos programas de seleção. As estimativas de herdabilidade da área do músculo *Longissimus* e de características relativas à deposição de gordura subcutânea em bovinos são de média a altas magnitudes (MEYER et al., 2004; CYRILLO et al., 2005; YOKOO et al., 2009), o que suporta a afirmação anterior.

As estimativas de correlação genética entre AOL e deposição de gordura, em geral, próximas de zero, não evidenciam antagonismo genético entre musculosidade e gordura. Apesar de haver grande número de trabalhos sobre a variabilidade genética de características de carcaça obtidas por ultrassonografia, há relativamente pequeno número de trabalhos incluindo animais *Bos indicus*.

Visando gerar resultados que possam ser úteis na elaboração e implementação de programas de melhoramento para as características de carcaça avaliadas por ultrassonografia, o primeiro objetivo do presente trabalho foi estimar herdabilidade e correlações genéticas e fenotípicas entre características de carcaça avaliadas por ultrassom ao ano e sobreano, e outras características de importância econômica normalmente utilizadas como critérios de seleção em bovinos de corte. O segundo objetivo foi estimar a mudança genética nas características de carcaça avaliadas, advinda da seleção para peso.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Animais e manejo**

As informações utilizadas para este estudo foram provenientes das linhas seleção da raça Nelore que fazem parte do projeto de seleção das raças zebuínas, estabelecido na Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho (EEZS), unidade de pesquisa do Instituto de Zootecnia, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. O experimento de seleção que foi iniciado em 1976, com a reorganização dos rebanhos e introdução de novas linhagens a partir do rebanho Nelore base existente na EEZS desde 1933, envolveu, inicialmente o estabelecimento de duas linhas, Nelore Controle (NeC) e Nelore Seleção (NeS). Em 1980, 350 fêmeas aptas à reprodução foram separadas, sendo, as 180 mais novas designadas para as linhas NeC e NeS, aleatoriamente, com 60 e 120 fêmeas respectivamente, e as 170 restantes, posteriormente formaram a linha Nelore Tradicional (NeT). Foram usados anualmente 4, 6 e até 8 touros nas linhas NeC, NeS e NeT, sendo 50% deles com dois anos (primeira monta) e 50% com três anos (segunda e última monta), selecionados de acordo com o diferencial de seleção, dentro de grupo contemporâneo linha x ano, para peso padronizado aos 378 dias de idade (P378), obtido após prova de desempenho em confinamento de 168 dias de duração.

As fêmeas de reposição foram selecionadas de acordo com o diferencial de seleção do peso padronizado aos 550 dias de idade (P550), em regime de pasto e em geral foram retidas anualmente 50% delas para uma taxa anual de descarte de 20% das matrizes. Nas linhas selecionadas (NeS e NeT) foram retidos para reprodução machos e fêmeas de maior diferencial e para o NeC aqueles com diferencial de seleção nulo. O NeT, em um esquema mais flexível de reposição de touros e matrizes, recebeu no início touros de linhagens diferentes das linhas da estação, assim como, eventualmente, touros e matrizes descartados dos NeC e NeS. A estação de monta era de 90 dias, nos meses de novembro, dezembro e janeiro. Os bezerros foram desmamados nos meses de abril e maio, com 7 meses de idade.

Após esse período os machos foram para prova de ganho em peso em confinamento e as fêmeas ficaram em pastagem, com exceção de parte das fêmeas nascidas em 2004, 2005 e 2008, as quais também permaneceram em manejo de prova de ganho em peso após a desmama. Após um ano de idade machos e fêmeas ficaram em pastagem, com exceção de uma pequena amostra dos machos (cerca de 25 animais por ano, sendo estes, nascidos nos anos de 2006, 2007 e 2008) que foram confinados em dieta de terminação de alta energia até atingirem 8mm de gordura subcutânea para o abate. Essas diferenças de manejo alimentar foram levadas em conta na formação dos grupos de contemporâneos.

## **2.2 Obtenção das medidas de carcaça por ultrassonografia**

A técnica de ultrassom foi utilizada para obter imagens da área do músculo *Longissimus* (AOL) e a espessura da gordura subcutânea no lombo (EGL), mensuradas nos animais entre a região da 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, transversalmente sobre o músculo *Longissimus*. A espessura de gordura subcutânea na garupa (EGG) foi obtida na intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris*, localizados entre os ossos ílio e o ísquio. As imagens foram colhidas com um aparelho de ultrassonografia Pie Medical 401347 (modelo Águila), sonda linear de 18 cm, de 3,5 MHz e um acoplador acústico. Para coleta das imagens foi utilizado óleo vegetal para garantir o contato acústico entre a sonda linear e o corpo do animal.

As imagens foram gravadas no cartão de memória do equipamento de ultrassonografia Pie Medical 401347 e, posteriormente, foram mensuradas utilizando-se o programa Echo Image Viewer 1.0 (Pie Medical Equipment B.V., 1996) com precisão de uma casa decimal.

## 2.3 Consistência dos dados

A consistência dos dados foi feita utilizando o programa SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC). Considerando que a quantidade de informações para as características de carcaça era relativamente pequena, alguns *outliers* foram identificados e, quando possível, corrigidos. O procedimento GLM do SAS foi utilizado para as análises preliminares com a finalidade de verificar os efeitos fixos que influenciam as características avaliadas, para inclusão dos mesmos nos modelos mistos, para estimação dos componentes de (co)variâncias.

## 2.4 Dados e análises

O arquivo de dados inicial das características de carcaça obtidas por ultrassonografia era composto por 3.077 registros de 1.172 animais, nascidos nos anos de 2003 a 2008, sendo estes filhos de 78 touros e 551 vacas. O arquivo contendo os pesos à seleção (P378 e P550), altura e condição corporal continha registros de 7.759 animais nascidos entre 1978 e 2008. Foram realizadas três análises distintas.

### 2.4.1 Análise das características de carcaça obtidas aos 12 e aos 18 meses de idade

O arquivo de dados de características de carcaça foi dividido em duas idades padrão, sendo elas ano (AOL\_12, EGL\_12 e EGG\_12) e sobreano (AOL\_18, EGL\_18 e EGG\_18). Ao ano foram avaliados 652 animais (304 machos e 348 fêmeas), nascidos de 2006 a 2008, com média de idade de  $12,76 \pm 0,74$  meses, filhos de 44 touros e 390 vacas distribuídos em 18 grupos de contemporâneos. Ao sobreano foram avaliados 718 animais (183 machos e 535 fêmeas), nascidos de 2004 a 2008, com média de idade de  $19,89 \pm 0,75$  meses, filhos de 67 touros e 426 vacas distribuídos em 26 grupos de contemporâneos. Do total, 425 animais foram medidos nas duas idades (ano e sobreano). A matriz de parentesco continha 8.430 animais.

Para avaliar o efeito do sexo sobre as características estudadas foi utilizado o método dos quadrados mínimos, com modelo incluindo os efeitos fixos de: grupo contemporâneo

(GC), definido por linha seleção (1, 2 e 3), ano de nascimento (2004, ..., 2008) e manejo (1 e 2); sexo (1 e 2), classe de idade da vaca ao parto (3, ...,  $\geq 10$  anos) e idade do animal como covariável linear.

Os componentes de covariância foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita em análise multicaracterísticas (6 x 6), sob modelo animal, utilizando o aplicativo WOMBAT (MEYER, 2006). O modelo incluiu os efeitos aleatórios genético aditivo direto e os efeitos fixos de GC, definido por linha seleção (1, 2 e 3), ano de nascimento (2004, ..., 2008), manejo (1 e 2) e sexo (1 e 2); classe de idade da vaca ao parto e idade do animal como covariável linear.

#### **2.4.2 Análise de correlação entre as características de carcaça obtidas aos 12 e aos 18 meses idade e características de crescimento obtidas na seleção dos animais**

O arquivo de dados completo utilizado para a análise das características de carcaça aos 12 meses idade com características de crescimento obtidas à seleção, continha dados de medidas de carcaça de animais avaliados próximo aos 12 meses de idade, e foi composto por registros de 7.014 animais, filhos de 276 touros e 1.780 vacas, sendo 51% fêmeas e 49% machos.

O arquivo para a análise de características de carcaça aos 18 meses de idade com características de crescimento obtidas à seleção, continha dados de carcaça de animais avaliados próximo aos 18 meses de idade, o número de registros era de 7.007 animais, filhos de 276 touros e 1.779 vacas, com 51% fêmeas e 49% machos.

Essas duas análises foram realizadas separadamente com medidas de ultrassonografia nas idades de 12 e 18 meses, sendo que, em cada uma das idades foi utilizado o mesmo conjunto de dados de pesos, altura e condição corporal de machos e fêmeas à seleção.

Para as duas análises foi utilizado arquivo das características de crescimento obtidas à seleção, contendo P378 dos machos (N=3.447) e P550 das fêmeas (N=3.544), nascidos de 1978 a 2008, além da altura na garupa obtida ao ano em machos (ALT378, N=2.646) e ao sobreano em fêmeas (ALT550, N=2.797) nascidos a partir de 1985, condição corporal ao ano em machos (CC378, N=2.347) e ao sobreano nas fêmeas (CC550, N=2.656) nascidos a partir de 1987. A avaliação da condição corporal varia em uma escala de 1 a 9, para animais

extremamente magros até extremamente gordos. Entretanto como não houve registros para as classes 1 e 2, a escala variou de 3 a 9.

As características de carcaça avaliadas aos 12 meses de idade foram área do músculo *Longissimus* (AOL\_12, N=650), e espessura de gordura subcutânea do lombo (EGL\_12, N=652) e da garupa (EGG\_12, N=652) de machos e fêmeas nascidos a partir de 2006. Aos 18 meses de idade foram avaliadas as mesmas características com 716 observações de área do músculo *Longissimus* (AOL\_18), 716 para espessura de gordura no lombo (EGL\_18) e 713 para espessura de gordura na garupa (EGG\_18), sendo estes animais nascidos a partir do ano de 2004 até 2006.

Os componentes de variância para as análises foram estimados em análise multicaracterísticas (5 x 5), entre pesos à seleção (P378 e P550), altura da garupa à seleção (ALT378 e ALT550) e condição corporal à seleção (CC378 e CC550) com as características de carcaça (AOL, EGL e EGG) aos 12 e aos 18 meses de idade, pelo método da máxima verossimilhança restrita, sob modelo animal, utilizando-se o aplicativo WOMBAT (MEYER, 2006). Com o objetivo de diminuir a diferença de escala na análise das características de carcaça aos 18 meses de idade com características de crescimento obtidas à seleção, para solucionar o problema de convergência na análise multicaracterística, as características (AOL\_18, EGL\_18, EGG\_18, P378 e P550) foram padronizadas pelo respectivo desvio-padrão observado. Os valores genéticos são mostrados na escala original.

Os modelos incluíram os efeitos aleatórios genético aditivo direto, além do efeito de ambiente permanente materno (somente para os pesos), e os efeitos fixos de grupo de contemporâneos (linha seleção, ano e sexo); mês do nascimento, classe de idade da vaca ao parto e idade do animal como covariável linear. A matriz de parentesco continha 8.430 animais.

### **2.4.3 Estimativa da mudança genética**

Para ilustrar o efeito da seleção direta para crescimento sobre as características de carcaça, médias ajustadas destas características por linha seleção (NeC, NeS e NeT) foram estimadas pelo método dos quadrados mínimos, com modelo de efeitos fixos semelhante ao descrito anteriormente, utilizando somente registros dos animais nascidos nos últimos três anos (2006 a 2008). Os valores genéticos foram estimados pelo programa WOMBAT

(MEYER, 2006), com a finalidade de comparar os valores genéticos dos últimos três anos, para os rebanhos selecionados e controle.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Análise das características de carcaça obtidas aos 12 e aos 18 meses de idade**

Na Tabela 1 são apresentadas as médias observadas e seus respectivos desvios-padrão e valores máximos e mínimos para as características de crescimento e as avaliadas por ultrassonografia nas duas idades padrão, ano e sobreano.

As características de crescimento como, peso aos 378 dias de machos e peso aos 550 dias de fêmeas apresentam valores mínimos e máximos de 155,87 e 436,30 kg; 160,03 e 428,37 kg, respectivamente, esta amplitude é devido o conjunto de dados conter informações de animais do rebanho controle e dos rebanhos selecionados. As médias de altura de machos e fêmeas foram próximas, sendo 131,50 e 131,80 mm, respectivamente, para condição corporal a média dos machos foi 7,26 e das fêmeas 6,98.

As médias de AOL para as duas idades, ano (42,18 cm<sup>2</sup>) e sobreano (48,18 cm<sup>2</sup>), são próximas das reportadas por Yokoo et al. (2009) em animais da raça Nelore (média de 46,95 cm<sup>2</sup> ao ano e 48,05 cm<sup>2</sup> ao sobreano). As médias de EGL\_12 e EGG\_12 aqui encontradas são semelhantes às relatadas por estes autores e foram de 1,95 mm para EGL aos 12 meses e 3,01 mm para EGG aos 18 meses.

Lima Neto et al. (2009), trabalhando com animais da raça Guzerá, com intervalo de idade de 10 a 32 meses, observaram média de 58,10 cm<sup>2</sup> para AOL, valor este superior ao obtido neste estudo (Tabela 1). Esse fato pode ser devido à maior amplitude de idade em que os animais Guzerá se encontravam. Lima Neto et al. (2009) ainda relataram médias das espessuras de gordura de 2,60 mm para EGL e 3,60 mm para EGG, ficando próximas das encontradas no presente trabalho aos 18 meses de idade.

As espessuras de gordura tanto no lombo quanto na garupa foram menores ao ano e maiores ao sobreano, mostrando que em animais desta raça criados em pastagem, consegue-se uma melhor avaliação de gordura ao sobreano. Em trabalho com *Bos taurus* as médias das características de carcaça avaliadas por ultrassonografia foram maiores que em *Bos indicus*, de acordo com MacNeil e Northcutt (2008), que encontraram médias de 80,6 cm<sup>2</sup> para AOL de machos Angus castrados aos 365 dias de idade e média de espessura de gordura de 1,42 mm. Para fêmeas avaliadas aos 390 dias de idade, estes autores relataram média de 78,7 cm<sup>2</sup> para AOL e de 0,98 mm para espessura de gordura.

Tabela 1. Médias observadas, desvio padrão, valores mínimo e máximo para as características de crescimento (P378, P550, ALT378, ALT550, CC378, CC550), e de carcaça avaliadas por ultrassom ao ano (AOL\_12, EGL\_12, EGG\_12) e ao sobreano (AOL\_18, EGL\_18, EGG\_18)

<b>Característica</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>P378, kg</b>	309,13	39,86	155,87	436,30
<b>P550, kg</b>	276,44	44,38	160,03	428,37
<b>ALT378, cm</b>	131,50	5,18	100,00	147,00
<b>ALT550, cm</b>	131,80	4,98	113,00	147,00
<b>CC378</b>	7,26	0,75	3,00	9,00
<b>CC550</b>	6,98	0,89	3,00	9,00
<b>AOL_12, cm<sup>2</sup></b>	42,18	10,84	16,50	71,40
<b>EGL_12, mm</b>	0,93	0,77	0,00	4,50
<b>EGG_12, mm</b>	3,06	1,52	0,00	12,80
<b>AOL_18, cm<sup>2</sup></b>	48,18	9,19	24,50	85,10
<b>EGL_18, mm</b>	1,75	1,36	0,00	10,10
<b>EGG_18, mm</b>	4,70	2,57	0,00	15,40

Na tabela 2 são apresentadas as médias das características de carcaça (AOL, EGL e EGG) para machos e fêmeas aos doze e aos dezoito meses de idade. De acordo com Berg e Butterfield, (1976), o crescimento de fêmeas bovinas diferencia-se dos machos pela composição e distribuição do ganho de peso de corpo vazio entre os tecidos. A diferença mais pronunciada está na composição da carcaça, em razão das variações no processo de engorda. Novilhas atingem a maturidade mais cedo em comparação aos machos, portanto, entram mais cedo na fase de engorda e apresentam menor peso de carcaça em comparação a novilhos.

Os resultados encontrados neste estudo (Tabela 2) podem ser devido aos efeitos de ambiente e de idade, embora esses estejam confundidos. No sistema de manejo observado neste estudo os machos não sofreram os efeitos da seca pós-desmame, pois permaneceram em prova de desempenho em confinamento, enquanto a maioria (90%) das fêmeas permaneceu em regime de pasto. De acordo com Ball et al. (1995), diferenças metabólicas no *turnover* protéico de machos e fêmeas, com maior exigência protéica e energética nos machos, contribuem para a diferença em EGL e EGG ao sobreano em favor das fêmeas.

Meyer et al. (2004) avaliando características de carcaça de machos e fêmeas Hereford e Polled Hereford, com idade entre 300 e 700 dias, encontraram valores médios de AOL maiores em machos que em fêmeas, sendo que para EGL e EGG as fêmeas apresentaram maiores valores médios em uma mesma idade, mostrando que quando o ambiente é o mesmo para os dois sexos, as fêmeas entram mais cedo na fase de engorda e apresentam menor volume muscular.

Meirelles et al. (2009) estudaram características de carcaça em 987 animais da raça Canchim, aos 18 meses de idade, e observaram que os machos apresentaram maior AOL e menor espessura de gordura subcutânea, tanto no lombo quanto na garupa, quando comparados com as fêmeas.

Tabela 2. Médias ajustadas da área do músculo *Longissimus* (AOL\_12 e AOL\_18), espessura de gordura subcutânea no lombo (EGL\_12 e EGL\_18) e na garupa (EGG\_12 e EGG\_18), medidas ao ano e sobreano

Característica	Sexo	
	Machos	Fêmeas
AOL_12, cm <sup>2</sup>	52,65±0,37 <sup>a</sup>	33,49±0,37 <sup>b</sup>
AOL_18, cm <sup>2</sup>	56,67±0,45 <sup>a</sup>	46,85±0,33 <sup>b</sup>
EGL_12, mm	1,30±0,04 <sup>a</sup>	0,71±0,04 <sup>b</sup>
EGL_18, mm	0,90±0,09 <sup>b</sup>	2,42±0,06 <sup>a</sup>
EGG_12, mm	4,16±0,07 <sup>a</sup>	2,23±0,07 <sup>b</sup>
EGG_18, mm	2,96±0,14 <sup>b</sup>	6,03±0,11 <sup>a</sup>

Médias na linha seguidas de diferentes letras diferem estatisticamente (P<0,01).

As estimativas de herdabilidade para as características de carcaça nas duas idades estudadas variaram de moderada a alta (Tabela 3). A estimativa obtida para AOL\_12 (0,47) está de acordo com Yokoo et al. (2009), que estudando animais da raça Nelore também em duas idades padrão, relataram estimativas de herdabilidade de 0,46 para AOL\_12, 0,29 para EGL\_12 e 0,34 para EGG\_12. Os mesmos autores relataram ainda estimativas de herdabilidade de 0,33, 0,59 e 0,55 respectivamente para AOL\_18, EGL\_18 e EGG\_18, sendo estas, maiores que as estimadas no presente trabalho para as espessuras de gordura.

Urbinati et al. (2010), estudando 8.596 animais da raça Nelore, com idade de 15 meses, estimaram herdabilidades de 0,31 para AOL, 0,16 para EGL e 0,22 para EGG. Essas estimativas estão abaixo das encontradas neste trabalho.

Em estudos com 2.258 bovinos de uma população multi raças (animais puros Angus e Brahman e seus cruzamentos), Elzo et al. (2010) reportaram estimativas de herdabilidade de 0,34 e 0,26 respectivamente para AOL e EGL avaliadas por ultrassonografia.

No Uruguai, em um estudo com aproximadamente 10.700 bovinos da raça Angus com idade de 18 meses, foram estimadas herdabilidades para AOL (0,27) e para espessura de gordura (0,11), sendo que os autores afirmam que a variabilidade genética encontrada para essas características de carcaça avaliadas por ultrassom é suficiente para que essas características sejam incluídas em programas de melhoramento (RAVAGNOLO et al., 2010).

Bonin et al. (2010), avaliando essas características em animais da raça Nelore aos 18 meses de idade, relataram estimativa de herdabilidade de baixa magnitude para espessura de gordura subcutânea (0,06) e de média magnitude (0,37) para AOL, concluindo que a população estudada apresenta baixa variabilidade genética para espessura de gordura.

No presente estudo, as estimativas de herdabilidade das características de carcaça avaliadas por ultrassom revelam que animais da raça Nelore apresentam variabilidade genética considerável em idade jovem, ou seja, próximo aos 12 meses de idade. Para EGL, entretanto, maior estimativa de herdabilidade foi encontrada ao sobreano e, para EGG, as estimativas de herdabilidade foram próximas nas duas idades. É provável que estes resultados sejam devido ao fato que ao ano não há ambiente favorável para expressão da variabilidade genética da característica EGL.

Na Tabela 3 são apresentadas as correlações genéticas e fenotípicas entre as características de carcaça avaliadas por ultrassom ao ano e ao sobreano. A correlação genética estimada entre AOL\_12 e AOL\_18 foi alta ( $0,95 \pm 0,09$ ), sugerindo que grande parte dos mesmos conjuntos de genes de ação aditiva atuam na expressão da característica AOL nas duas idades. As correlações genéticas entre as medidas de gordura subcutânea ao ano e ao sobreano variaram de 0,44 a 0,69 sugerindo que a expressão da característica é, em parte, diferente. Como o ambiente ao ano e ao sobreano foi diferente para a maioria dos animais, é possível que tenha ocorrido interação genótipo x ambiente.

Yokoo et al. (2009) em estudo com animais Nelore, relataram correlação genética alta (0,83) entre AOL avaliada em duas idades, ano e sobreano. Para as espessuras de gordura, subcutânea também avaliadas nessas idades, as correlações foram altas, 0,94 entre as EGL e 0,72 entre as EGG. Considerando as altas correlações genéticas estimadas entre as características de carcaça, avaliadas por ultrassonografia, em idades diferentes, é possível inferir que esse tipo de avaliação pode ser feita em idade mais jovem, possibilitando a seleção e a venda dos animais mais cedo.

As correlações genéticas entre AOL e as medidas de gordura subcutânea avaliadas em mesma idade foram na sua quase totalidade baixas, tanto ao ano como ao sobreano (Tabela 3). Esses resultados sugerem que a seleção para maior musculabilidade, ou seja, para AOL, tanto ao ano, como ao sobreano, praticamente não altera a deposição de gordura de cobertura nos animais, pois estas características são praticamente independentes.

Trabalhos com animais *Bos taurus* tem resultados similares para estas duas características (AOL e EG) avaliadas em bovinos vivos, mostrando que estas são geneticamente pouco correlacionadas ou mesmo independentes (STELZLENI et al., 2002; MEYER et al., 2004).

No Brasil alguns autores relataram resultados de correlação genética entre AOL e espessura de gordura (-0,19 a 0,15) para animais *Bos indicus* (SAINZ et al., 2003; CYRILLO et al., 2005; YOKOO et al., 2008 e 2009; LIMA NETO et al., 2009), confirmando que o crescimento de gordura independe do crescimento muscular. Ressalta-se que as correlações fenotípicas das características de carcaça avaliadas por ultrassonografia, ao ano e sobreano, foram todas positivas e com baixos erros padrão (Tabela 3).

Os resultados de correlação genética encontrados entre as espessuras de gordura (EGL e EGG) em mesma idade sugerem que essa medida pode ser obtida apenas em um local. Wilson et al. (2001), em estudo com animais *Bos taurus*, relataram valor de 0,74 para este parâmetro, confirmando os resultados obtidos neste estudo.

Tabela 3. Estimativas de herdabilidade (diagonal), correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) da área do músculo *Longissimus* (AOL\_12 e AOL\_18), espessura de gordura subcutânea no lombo (EGL\_12 e EGL\_18) e na garupa (EGG\_12 e EGG\_18), medidas ao ano e sobreano

Característica	AOL_12	AOL_18	EGL_12	EGL_18	EGG_12	EGG_18
AOL_12, cm <sup>2</sup>	<b>0,47±0,11</b>	0,95±0,09	0,05±0,23	0,19±0,20	0,20±0,20	0,30±0,20
AOL_18, cm <sup>2</sup>	0,58±0,03	<b>0,40±0,09</b>	-0,07±0,23	0,17±0,19	-0,01±0,21	0,17±0,20
EGL_12, mm	0,28±0,04	0,15±0,05	<b>0,29±0,10</b>	0,69±0,20	0,88±0,11	0,44±0,24
EGL_18, mm	0,19±0,05	0,23±0,05	0,34±0,05	<b>0,37±0,09</b>	0,59±0,19	0,84±0,09
EGG_12, mm	0,26±0,04	0,13±0,05	0,58±0,03	0,32±0,05	<b>0,34±0,10</b>	0,55±0,21
EGG_18, mm	0,16±0,05	0,20±0,02	0,26±0,05	0,65±0,02	0,29±0,05	<b>0,33±0,10</b>

### 3.2 Análise de correlação entre as características de carcaça obtidas aos 12 meses idade e características de crescimento obtidas na seleção dos animais

As correlações fenotípicas e genéticas entre características de carcaça medidas aos 12 meses e pesos, altura e condição corporal à seleção são apresentadas na Tabela 4. As

correlações genéticas entre os pesos e as características de carcaça mostram que, com a seleção para peso corporal espera-se uma mudança genética no mesmo sentido na AOL\_12, tanto nos machos ( $0,43 \pm 0,15$ ), em uma mesma idade, quanto nas fêmeas ( $0,52 \pm 0,13$ ), em idade superior. Tendo o peso aos 378 dias de idade como critério de seleção, é possível obter nos machos mudança genética em sentido positivo nas espessuras de gordura subcutânea. Estes resultados mostram que parte dos mesmos conjuntos de genes que atuam na característica peso em machos também atuam na deposição de gordura subcutânea.

Nas fêmeas, as correlações genéticas são menores devido à diferença de idade das medidas das características de carcaça e do P550. As estimativas das correlações genéticas, apesar dos altos erros-padrão, confirmam que a seleção para peso leva a uma mudança no sentido positivo na AOL\_12, em machos e fêmeas, sem, no entanto, diminuir EGL\_12 e EGG\_12.

Magnobosco et al. (2008), avaliaram características de carcaça e peso de 1.697 touros jovens da raça Nelore entre 15 e 19 meses de idade, criados no centro oeste do Brasil. Estes autores encontraram correlação positiva entre AOL e peso (0,49), assim como entre peso e as espessuras de gordura, 0,23 e 0,11, para EGL e EGG respectivamente.

Meyer et al. (2004), estudando características de carcaça e peso, separadamente em machos e fêmeas *Bos taurus*, encontraram valores de correlação genética positivos entre AOL e peso próximo aos 12 meses de idade, 0,44 para machos e 0,41 para fêmeas. Os valores de correlação genética entre espessuras de gordura e peso também próximo aos 12 meses de idade foram, na grande totalidade, positivos, mas próximos de zero, variando de 0,0 e 0,05 para machos e fêmeas.

Tabela 4. Correlações fenotípicas ( $r_f$ ) e genéticas ( $r_g$ ) entre área do músculo *Longissimus* (AOL\_12), espessura de gordura no lombo (EGL\_12) e na garupa (EGG\_12), e peso de machos (P378) e fêmeas (P550), altura da garupa de machos (ALT378) e fêmeas (ALT550) e condição corporal de machos (CC378) e fêmeas (CC550)

Característica	AOL_12		EGL_12		EGG_12	
	$r_f$	$r_g$	$r_f$	$r_g$	$r_f$	$r_g$
<b>P378</b>	0,55±0,03	0,43±0,15	0,31±0,04	0,42±0,18	0,30±0,04	0,26±0,18
<b>P550</b>	0,54±0,03	0,52±0,13	0,26±0,05	0,08±0,16	0,22±0,05	0,07±0,16
<b>ALT378</b>	0,36±0,05	0,03±0,15	0,26±0,05	0,30±0,16	0,20±0,05	0,14±0,16
<b>ALT550</b>	0,36±0,05	0,08±0,14	0,16±0,05	0,16±0,16	0,12±0,05	0,09±0,15
<b>CC378</b>	0,45±0,04	0,67±0,18	0,28±0,05	-0,01±0,28	0,25±0,05	0,14±0,25
<b>CC550</b>	0,31±0,05	0,43±0,16	0,09±0,05	-0,25±0,23	0,12±0,05	0,25±0,21

As correlações genéticas entre AOL\_12 e as alturas foram baixas, indicando que essas características são praticamente independentes, seriam comprovadamente independentes se o erro padrão destas fossem mais baixos. A correlação genética entre a EGL\_12, EGG\_12 e a altura de machos foi de 0,30±0,16 e 0,14±0,16, respectivamente, mostrando que a espessura de gordura pode aumentar com o aumento da altura da garupa dos animais ao longo dos anos. Yokoo et al. (2009) encontraram correlações entre características de carcaça e altura, para animais da raça Nelore com 12 meses de idade, variando de 0,27 a -0,17.

A condição corporal de machos e fêmeas (CC378 e CC550), que é uma designação subjetiva da deposição de gordura corporal, foi geneticamente mais relacionada com a AOL\_12 (0,67 e 0,43), do que com a deposição de gordura na garupa (0,14 e 0,25) e no lombo (-0,01 e -0,25) tanto em machos quanto em fêmeas, respectivamente. Pode estar havendo um confundimento na avaliação de gordura destes animais nesta idade, sendo que nesta idade animais Nelore não apresentam considerável espessura de gordura subcutânea, mas apresentam boa musculatura, o que pode estar levando a indução de que animais com maior volume muscular apresentam uma melhor condição corporal.

Cyrillo et al. (2005), trabalhando com parte dos dados deste estudo estimaram valores de correlação genética entre AOL e CC378 de 0,19 e 0,26 entre espessura de gordura subcutânea e CC378, entretanto, afirmaram que 61% dos registros foram iguais a zero e que talvez seja necessário esperar que o animal alcance um nível de maturidade fisiológica

suficiente para que inferências adequadas a respeito desta característica (espessura de gordura subcutânea) possam ser feitas.

### **3.3 Análise de correlação entre as características de carcaça obtidas aos 18 meses idade e características de crescimento obtidas na seleção dos animais**

Na Tabela 5 são apresentadas as correlações genéticas e fenotípicas entre as características de carcaça aos 18 meses de idade e os pesos, alturas e condição corporal à seleção de machos e fêmeas. A correlação genética entre a AOL\_18 e o peso padronizado das fêmeas à seleção (P550) foi 0,62, mostrando que a seleção para peso leva a um aumento na área do músculo *Longissimus* nesta idade. Para os machos, a correlação do peso com a AOL\_18 foi mais baixa (0,47), mas indica que a seleção para P378 aumenta a AOL aos 18 meses de idade. Stelzleni et al. (2002) encontraram correlação genética de 0,44 entre peso ao sobreano e AOL, resultado que está de acordo com o relatado no presente trabalho.

As correlações genéticas entre P550 e EGL\_18 e EGG\_18 foram  $0,22 \pm 0,15$  e  $0,17 \pm 0,16$ , respectivamente. Apesar desses valores serem relativamente baixos, é possível inferir que fêmeas selecionadas para peso ao sobreano não tem diminuição do valor genético para espessura de gordura subcutânea. Os resultados descritos anteriormente corroboram com os de Stelzleni et al. (2002) que trabalharam com animais da raça Angus e encontraram correlação genética entre peso ao sobreano e EGL de 0,42. As correlações genéticas foram também positivas entre P378 e EGL\_18 e EGG\_18, de  $0,35 \pm 0,17$  e  $0,23 \pm 0,19$ , respectivamente.

Meyer et al. (2004), estudando características de carcaça e peso, separadamente em animais machos e fêmeas *Bos taurus*, encontraram valores de correlação genética positivos entre AOL e peso próximo aos 19 meses de idade (0,41) tanto para machos quanto para fêmeas. Os valores de correlação genética entre espessuras de gordura e peso também próximo aos 19 meses de idade foram negativos para as fêmeas, -0,05 e -0,02 para EGL e EGG, respectivamente, e para os machos as correlações entre estas mesmas características foram bem próximas de zero, 0,01 e 0,0 para EGL e EGG, respectivamente.

Meirelles et al. (2010), avaliando animais da raça Canchim com 19 meses de idade, afirmam que a seleção para peso ao sobreano deve resultar em mudanças correlacionadas na

AOL e na espessura de gordura, pois encontraram correlação genética positiva e favorável entre peso e AOL ( $0,62 \pm 0,16$ ) e entre peso e espessura de gordura ( $0,57 \pm 0,23$ ).

Os valores de correlações genéticas entre ALT550 e as características de carcaça mostram que a seleção de animais com maior altura de garupa favorecerá positivamente a AOL\_18 (Tabela 5). No entanto, as espessuras de gordura serão prejudicadas, ou seja, animais com maior altura terão menores EGL\_18 e EGG\_18. O grande problema da relação entre tamanho e produção é sem dúvida a maior exigência de manutenção dos animais maiores, que quando atingem a idade adulta necessitarão de grande disponibilidade de alimento para suprir suas necessidades de manutenção e produção.

Cucco et al. (2010), em estudo com bovinos Nelore com 20 meses de idade encontraram correlação genética entre altura e as características de AOL, EGL e EGG iguais a  $-0,02 \pm 0,11$ ;  $-0,13 \pm 0,12$  e  $-0,11 \pm 0,10$ , respectivamente, sendo estes resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Animais selecionados para maior deposição de gordura subcutânea ao sobreano terão pequena redução na altura. Riley et al. (2002), com dados de carcaça obtidos após abate em animais da raça Brahman e Yokoo et al. (2009), com dados de carcaça obtidos *in vivo* em animais da raça Nelore, relataram correlação genética de  $-0,07$  e  $-0,38$  entre altura e espessura de gordura no lombo.

Correlações genéticas positivas e favoráveis foram encontradas entre as características de carcaça e a condição corporal de fêmeas (Tabela 5), indicando que animais com maior AOL\_18 terão, além de um maior volume de carne, uma melhor condição corporal. As correlações genéticas entre as espessuras de gordura subcutânea, tanto no lombo quanto na garupa, com condição corporal das fêmeas sugerem que este tipo de avaliação visual é válido para animais nesta idade.

Outros autores também encontraram correlação genética positiva e favorável entre condição corporal e características de carcaça,  $0,13$  para AOL e  $0,24$  para espessura de gordura subcutâneas (CYRILLO et al., 2005), confirmando os resultados encontrados no presente trabalho.

Tabela 5. Correlações fenotípicas ( $r_f$ ) e genéticas ( $r_g$ ) entre área do músculo *Longissimus* (AOL), espessura de gordura no lombo (EGL) e na garupa (EGG), e peso de machos (P378) e fêmeas (P550), altura da garupa de machos (ALT378) e fêmeas (ALT550) e condição corporal de machos (CC378) e fêmeas (CC550)

Característica	AOL_18		EGL_18		EGG_18	
	$r_f$	$r_g$	$r_f$	$r_g$	$r_f$	$r_g$
<b>P378</b>	0,28±0,06	0,47±0,19	0,31±0,07	0,35±0,17	0,05±0,08	0,23±0,19
<b>P550</b>	0,49±0,03	0,62±0,15	0,28±0,04	0,22±0,15	0,30±0,04	0,17±0,16
<b>ALT378</b>	0,10±0,06	0,08±0,16	0,09±0,08	-0,02±0,15	-0,10±0,08	-0,14±0,16
<b>ALT550</b>	0,26±0,04	0,17±0,15	0,10±0,05	-0,19±0,15	0,07±0,05	-0,29±0,16
<b>CC378</b>	0,20±0,06	0,55±0,23	0,31±0,07	0,57±0,21	0,03±0,08	0,39±0,23
<b>CC550</b>	0,32±0,03	0,47±0,18	0,26±0,04	0,53±0,17	0,31±0,04	0,63±0,16

### 3.4 Estimativa da mudança genética

A mudança genética em características que não são tomadas como critério de seleção, ou seja, a resposta correlacionada advinda da seleção para crescimento depende da herdabilidade da característica de seleção direta e das correlacionadas, assim como da correlação genética existente entre elas. As médias, tanto dos valores genéticos preditos como dos valores fenotípicos (Tabela 6), para os animais das linhas Nelore Seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT) são maiores que as da linha Nelore Controle (NeC) para as características usadas como critério de seleção (P378 e P550). Existe uma diferença entre os valores genéticos para peso das linhas selecionadas, com valores mais altos para a linha NeT, tanto em machos como em fêmeas, fato este provavelmente devido a linha NeT ter recebido material genético proveniente de outros rebanhos da raça Nelore, além de ter tamanho efetivo maior. Os pesos à seleção das linhas selecionadas diferem da linha NeC em 65,2 kg para P378 e 78,7 kg para P550.

Para a característica AOL\_12, as médias dos valores genéticos dos animais das três linhas diferiram, sendo a maior média encontrada para os animais da linha NeT quando comparada às duas outras, com uma diferença de mais 4,68 cm<sup>2</sup>. Os valores genéticos para EGL\_12 e EGG\_12 foram menores na linha NeC, não diferindo entre as linhas selecionadas. Como resposta correlacionada à seleção para peso, observa-se aumento nas médias dos

valores genéticos das características de carcaça das duas linhas selecionadas quando comparadas com a linha controle. Para EGL\_12 e EGG\_12, os valores fenotípicos mostram um aumento da gordura subcutânea, confirmando assim que animais selecionados para peso não tem decréscimo na espessura de gordura.

Tabela 6. Médias dos valores fenotípicos (MVF) e genéticos (MVG) da área do músculo *Longissimus* (AOL\_12 e AOL\_18), espessura de gordura no lombo (EGL\_12 e EGL\_18) e na garupa (EGG\_12 e EGG\_18), peso de machos (P378) e fêmeas (P550) das linhas Controle (NeC), Seleção (NeS) e Tradicional (NeT)

Característica	N	*MVF			*MVG		
		NeC	NeS	NeT	NeC	NeS	NeT
<b>P378, kg</b>	344	274,50 <sup>b</sup>	337,40 <sup>a</sup>	339,97 <sup>a</sup>	-1,71 <sup>c</sup>	51,68 <sup>b</sup>	58,64 <sup>a</sup>
<b>P550, kg</b>	366	256,90 <sup>c</sup>	315,50 <sup>b</sup>	335,64 <sup>a</sup>	-0,26 <sup>c</sup>	42,04 <sup>b</sup>	48,46 <sup>a</sup>
<b>AOL_12, cm<sup>2</sup></b>	652	39,01 <sup>c</sup>	41,40 <sup>b</sup>	45,75 <sup>a</sup>	0,32 <sup>c</sup>	3,49 <sup>b</sup>	4,68 <sup>a</sup>
<b>EGL_12, mm</b>	650	0,78 <sup>b</sup>	0,92 <sup>a</sup>	1,04 <sup>a</sup>	-0,06 <sup>b</sup>	0,38 <sup>a</sup>	0,42 <sup>a</sup>
<b>EGG_12, mm</b>	650	2,81 <sup>b</sup>	2,96 <sup>b</sup>	3,44 <sup>a</sup>	-0,08 <sup>b</sup>	0,43 <sup>a</sup>	0,47 <sup>a</sup>
<b>AOL_18, cm<sup>2</sup></b>	453	53,16 <sup>b</sup>	55,04 <sup>ab</sup>	55,62 <sup>a</sup>	0,19 <sup>b</sup>	3,37 <sup>a</sup>	3,59 <sup>a</sup>
<b>EGL_18, mm</b>	453	2,03 <sup>a</sup>	1,78 <sup>a</sup>	1,86 <sup>a</sup>	0,07 <sup>c</sup>	0,46 <sup>b</sup>	0,63 <sup>a</sup>
<b>EGG_18, mm</b>	451	5,19 <sup>ab</sup>	4,74 <sup>b</sup>	5,47 <sup>a</sup>	0,09 <sup>c</sup>	0,51 <sup>b</sup>	0,77 <sup>a</sup>

\*MVF = médias com diferentes letras na mesma linha diferem estatisticamente ( $p < 0,01$ ); MVG = médias com diferentes letras na mesma linha diferem estatisticamente ( $p < 0,01$ ).

Quando se observa as médias dos valores genéticos aos 18 meses de idade, uma superioridade para as linhas selecionadas é encontrada para as características de carcaça avaliadas por ultrassom. Comparando essas médias entre as linhas de seleção, é possível verificar ganho genético positivo para as características de carcaça, uma resposta correlacionada da seleção para peso. Para as médias dos valores fenotípicos das características de carcaça avaliadas por ultrassonografia aos 18 meses de idade, superioridade para as linhas selecionadas foi encontrada apenas para AOL\_18, sendo que para as espessuras de gordura subcutânea, apenas EGG\_18 apresentou diferença significativa entre as duas linhas selecionadas para maior peso, com a linha NeT apresentando maior média (Tabela 6). O aumento observado nas médias dos valores genéticos das linhas selecionadas (NeS e NeT) em relação à linha controle resultou em um ganho genético anual de 0,14 e 0,12 cm<sup>2</sup> para AOL,

aos 12 e 18 meses de idade respectivamente, e de apenas 0,02 mm/ano para EGL e EGG nas duas idades.

Em Crawford, Nebraska, Koch et al. (2004) analisaram dados de animais Hereford provenientes de três rebanhos seleção e um rebanho controle, selecionados por ganho de peso e um deles para ganho de peso e escore de musculatura, de 1960 a 1982. Os autores observaram que os rebanhos selecionados apresentaram maiores pesos de mercado (peso próximo ao abate) quando comparados com o rebanho controle, com uma diferença média de 38,5kg entre o peso de mercado dos animais dos rebanhos selecionados e do rebanho controle. Além disso, os animais selecionados apresentaram maiores AOL, entretanto sem diferença na espessura de gordura subcutânea.

No Brasil, Silva et al. (2009), estimando tendência genética para as características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em rebanhos da raça Nelore selecionados para peso e escore de musculatura ao sobreano, observaram que a seleção para peso não causou impacto direto ou indireto nessas características, e que os ganhos genéticos observados para o peso ao sobreano provocaram alterações nas características de carcaça avaliadas por ultrassom, cujas mudanças genéticas foram praticamente nulas (0,012cm<sup>2</sup>/ano, 0,003mm/ano e 0,012mm/ano, respectivamente para AOL, EGL e EGG). No entanto, no presente estudo foi observado um aumento positivo nas médias dos valores genéticos para AOL, EGL e EGG, advindo da seleção para peso, ressaltando que nas linhas de seleção estudadas as características de carcaça não foram utilizadas como critério de seleção (Tabela 6).

A resposta genética correlacionada para as características de carcaça foi positiva e favorável tanto aos 12 como aos 18 meses de idade (Tabela 6), permitindo assim, que se produzam animais com maiores rendimentos de carne e melhores espessuras de gordura quando o critério é a seleção direta para peso utilizando somente o desempenho próprio. Apesar da resposta genética ser positiva nas duas idades, maiores mudanças genéticas foram encontradas para AOL em idade próxima aos 12 meses de idade, e para EGL e EGG maiores mudanças foram observadas próximo aos 18 meses de idade.

Koch et al. (2004) afirmaram que a seleção para crescimento, como peso ao desmame ou ao sobreano, por si só não é suficiente para otimizar progresso genético em bovinos de corte, sendo necessário ter outras características como critério de seleção, tais como características de carcaça e qualidade de carne.



#### 4. CONCLUSÕES

A raça Nelore apresenta considerável variabilidade genética para as características de carcaça medidas por ultrassom, ao ano e ao sobreano, e maior resposta é esperada se a seleção para o aumento ou decréscimo da espessura de gordura subcutânea na garupa for realizada próxima aos 12 meses de idade. A variação genética da área do músculo *Longissimus* e da espessura de gordura subcutânea na garupa é praticamente a mesma ao ano e sobreano. A seleção para maiores pesos corporais leva ao aumento da área do músculo *Longissimus*, nas duas idades, sem diminuir a espessura de gordura subcutânea.



## 5. LITERATURA CITADA

BALL, A.J.; THOMPSON, J.M.; HINCH, G.N.; BLAKELY, A.R.; FENNESSY, P.F. Feed requirements for maintenance of mature rams and ewes from lines divergently selected for differences in body composition. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**. v.55, p.133-136. 1995.

BERG, R.T; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. John Wiley e Sons, New York, 1976. 240p.

BONIN, M.N.; FERRAZ, J.B.S.; SILVA, S.L.; GOMES, R.C.; CUCCO, D.C.; SILVA NETO, P.Z.; SANTANA Jr., M.L.; ELER, J.P.; OLIVEIRA, E.C.M.; PEDROSA, V.B.; OLIVEIRA, P.S.; GROENEVELD, E. Genetic parameters for body measurements and ultrasound carcass traits in Nellore cattle. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 9., 2010, Leipzig, Germany. **Proceedings...** Leipzig: WCGALP, 2010. CD-ROM.

CUCCO, D.C.; VARONA, L.; FERRAZ, J.B.S.; SILVA, S.L.; TAROUCO, J.U.; BUENO, R.S.; ELER, J.P. Herdabilidade das características de estrutura corporal e correlações genéticas e fenotípicas com as características de carcaça mensuradas por ultrassonografia em bovinos Nelore. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL 8°. Maringá - Paraná, 2010 **Anais...** Maringá: SBMA, 2010. CD-ROM.

CYRILLO, J.N.S.G.; MERCADANTE, M.E.Z.; SILVA, S.L.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; SILVA, J.A. II V. Estimativas de parâmetros genéticos para pesos, alturas, escores visuais e características de carcaça obtidas por ultrassom em bovinos Nelore. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 19. **Anais**: Tampico, México, 2005. CD-ROM.

ELZO, M.A.; JOHNSON, D.D.; LAMB, G.C.; MADDOCK, T.D.; MYER, R.O.; RILEY, D.G.; HANSEN, J.G.; WASDIN, J.G.; DRIVER, J.D. Heritabilities and genetic correlations between postweaning feed intake, growth, and ultrasound traits in a multibreed Angus-Brahman cattle population in the subtropics. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS

APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 9., 2010, Leipzig, Germany. **Proceedings...** Leipzig: WCGALP, 2010. CD-ROM.

FERRAZ FILHO, P.B.; RAMOS, A.A.; SILVA, L.O.C.; SOUZA, J.C.; ALENCAR, M.M.; MALHADO, C.H.M. Tendência Genética dos Efeitos Direto e Materno sobre os Pesos à Desmama e Pós-Desmama de Bovinos da Raça Tabapuã no Brasil. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.31, n.2, p.635-640, 2002.

KOCH, R.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; VAN VLECK, L.D. Genetic response to selection for weaning weight or yearling weight or yearling weight and muscle score in Hereford cattle: Efficiency of gain, growth and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, v.82, p.668-682, 2004.

LIMA NETO, H.R.; BERGMAN, J.A.G.; GONÇALVES, T.M.; ARAÚJO, F.R.C.; BEZERRA, L.A.F.; SAIZ, R.D.; LÔBO, R.B.; SILVA, M.A. Parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em bovinos da raça Guzerá. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.251-258, 2009.

MACNEIL, M.D.; NORTH CUTT, S. L. National cattle evaluation system for combined analysis of carcass characteristics and indicator traits recorded by using ultrasound in Angus cattle. **Journal of Animal Science**, v.86, p.2518-2524. 2008.

MAGNABOSCO, C.U.; SAINZ, R.D. FARIA, C.U.; YOKOO, M.J.; MANICARDI, F.; BARBOSA, V.; GUEDES, C.; LEME, P.R.; PEREIRA, A.; ARAÚJO, F.R.C.; SANCHES, A.C.; LOBO, R. Avaliação genética e critérios de seleção para características de carcaça em Zebuínos: relevância econômica para mercados globalizados. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE. **Anais...** Visoça: SIMCORTE, 2006.

MEIRELLES, S.L. ALENCAR, M.M.; OLIVEIRA, H.N.; REGITANO, L.C.A. Efeitos de ambiente e estimativas de parâmetros genéticos para características de carcaça em bovinos da raça Canchim criados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1437-1442, 2010.

MEIRELLES, S.L.; ALENCAR, M.M.; OLIVEIRA, H.N.; REGITANO, L.C.A. Estimativas de parâmetros genéticos em função do sexo para características de carcaça de animais da raça Canchim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. CD-ROM.

MEYER, K. "WOMBAT" - Digging deep for quantitative genetic analyses by restricted maximum likelihood. In: WORLD CONGRESS OF GENETICS, 8., 2006, Belo Horizonte. **Proceedings...** Belo Horizonte, 2006. CD-ROM.

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

RAVAGNOLO, O.; BRITO G.; AGUILAR, I.; CIAPPESONI, G.; LEMA, M. Genetic parameters for ultrasound live traits in pasture fed Angus cattle. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 9., 2010, Leipzig, Germany. **Proceedings...** Leipzig: WCGALP, 2010. CD-ROM.

RILEY, D. G.; C. C. CHASE JR.; A. C. HAMMOND. Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, v.80, p.955-962, 2002.

SAINZ, R.D.; ARAÚJO, 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. Ribeirão Preto-SP, 2003. **Anais...** Ribeirão Preto: ANCP, 2003. CD-ROM.

SILVA, S.L.; FERRAZ, J.B.S.; MOURÃO, G.B.; TAROUÇO, J.U.; MATTOS, E.C.; TEIXEIRA, L.A.; ELER, J.P. Tendências genéticas para características de carcaça avaliadas por ultrassom em um rebanho Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46. Maringá. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. CD-ROM.

SILVA, S.L.; LEME, P.R.; PUTRINO, S.M.; MARTELLO, L.S.; LIMA, C.G.; LANNA, D.P.D. Estimativa do peso e do rendimento de carcaça de tourinhos Brangus e Nelore, por medidas de ultra-sonografia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1227-1235, 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.

URBINATI, I.; VENTURINI, G.C.; CHUD, T.C.S.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B.; MUNARI, D.P. Parâmetros genéticos e fenotípicos de peso corporal aos 450 dias de idade e características de carcaça de animais da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47. 2010, Salvador - BA. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010. CD-ROM.

WILSON, D.E.; ROUSE, G.H.; HAYS, C.L. *Carcass EPDs from Angus heifer real-time ultrasound scan*. Ames: Cooperative Extension Service, Iowa State University, (Beef Research Report. A.A., Leaflet R1736). p122. 2001.

YOKOO, M.J.I.; ALBUQUERQUE, L.G.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; ARAÚJO, F.R.C.; SILVA, J.A.V.; SAINZ, R.D. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livestock Science**, v.116, p.147-154, 2008.

YOKOO, M.J.I.; ROSA, G.J.M.; MAGNABOSCO, C.U.; SAINZ, R.D.; LÔBO, R.B.; ALBUQUERQUE, L.G. Efeitos genéticos que afetam as características de carcaça medidas por ultrassom, em duas diferentes idades, e suas correlações com outras características de importância econômica em rebanhos da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. CD-ROM.