

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação**

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA
CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA AVALIADAS POR ULTRA-
SONOGRAFIA EM BOVINOS DA RAÇA GUZERÁ**

HÉLIO REZENDE LIMA NETO

**BELO HORIZONTE
ESCOLA DE VETERINÁRIA – UFMG
2007**

Hélio Rezende Lima Neto

**Estimativas de parâmetros genéticos para características de carcaça
avaliadas por ultra-sonografia em bovinos da raça guzerá**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Minas Gerais, como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.
Área: Genética e Melhoramento Animal
Orientador: Prof. José Aurélio Garcia Bergmann

Belo Horizonte
UFMG – EV
2007

L732e Lima Neto, Hélio Rezende, 1981 –

Estimativas de parâmetros genéticos para características de carcaças avaliadas por ultra-sonografia em bovinos da raça guzerá / Hélio Rezende Lima Neto. – 2007. 52 p. : il.

Orientador: José Aurélio Garcia Bergmann

Dissertação(mestrado)–Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

1. Guzerá (Zebu) – Carcaças – Teses. 2. Guzerá(Zebu) – Pesos e medidas –Teses. 3. Guzerá (Zebu) – Melhoramento Genético – Teses. 4. Carne bovina – Teses. I. 5. Ultra-sonografia veterinária – Teses. I. Bergmann, José Aurélio Garcia.
- II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.213 082

Tese defendida em 07 de março de 2007 e aprovada pela Comissão Examinadora constituída por:

Prof. Dr. José Aurélio Garcia Bergmann
(orientador)

Prof. Dr. Afonso Liguori Oliveira

Prof. Dr. Tarcísio de Moraes Gonçalves

Dedico esta dissertação primeiramente a Deus.

À minha Mãe Giúlia Maria Garcia Gambogi Lima (*in memoriam*) que me ensinou que o Amor é o verdadeiro significado da vida. Sempre te amarei!
Ao meu pai José Augusto de Freitas Lima pelo apoio e exemplo de competência, seriedade e honestidade. À minha irmã Eloah pela força, amizade e compreensão. À minha amada noiva Érica: pessoa meiga, carinhosa e essencial !
À minha avó Mariana pelos ensinamentos da vida. Às estrelas que iluminam meu caminho: Tia Aparecida, Tio Nilo e Alessandra.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor José Aurélio Garcia Bergmann, pela valiosa orientação, convivência, amizade e principalmente pelo exemplo de hombridade e honradez de caráter nem sempre presentes nas pessoas.

Ao professor Fernando Enrique Madalena pela grande amizade, apoio, constante atenção e por toda sabedoria transmitida durante o curso.

Ao professor Tarcísio de Moraes Gonçalves (UFLA) pela ajuda fundamental nas análises genéticas e estatísticas.

Ao professor Martinho de Almeida e Silva pela oportunidade e compreensão nos momentos difíceis.

Ao professor Jonas Carlos Campos Pereira pela amizade e convivência.

Ao professor Willian Hohenboken (Bill), que durante o período que estive na UFMG transmitiu aos alunos de melhoramento, além do exemplo de vida, o exemplo de como utilizar o conhecimento da ciência para o bem da humanidade.

Ao professor Walter Motta Ferreira pela amizade, atenção e aconselhamentos.

Aos meus colegas de curso Ricardo Ventura (Botina), Gerusa Corrêa (Gegê), Isabel Ferreira, Ângela Takamura, Ângela Beatriz, Bruno Valente, José Ernandes Rufino, Fabiano Junqueira, Glauciana Gouvêa, Talmir Quinzeiro, Guilherme Lanna, Pedro Ribeiro e àqueles que de alguma forma contribuíram nessa caminhada.

Aos grandes amigos Luthesco Chalfun, Rubens Soares, Leandro Sâmia, Rafael Coutinho, Rafael Cabelinho, Eduardo Coulaud pelo constante apoio e momentos de descontração.

Aos queridos Asdrúbal, Heloísa, Léo, JP, Sil e Renilda. À tia Ione, Betinho e Heitor; Guido, Eva e Henrique pela grande força e constante ajuda.

Em especial agradeço a AVAL SERVIÇOS TECNOLÓGICOS S/S, em nome de Roberto Sainz e Fabiano Araújo, pela concessão dos dados sem os quais não seria possível a realização desse trabalho.

Também devo ressaltar e agradecer a colaboração da ANCP (Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores) e da USP-Ribeirão Preto, nas pessoas dos Doutores Raysildo Barbosa Lôbo e Luiz A. F. Bezerra, pela concessão da base genealógica dos animais.

À minha mãe,

A Florzinha Eterna

O Sol nasceu e com ele a semente germinou,
Nascera uma pequenina plântula da mais bela orquídea,
A qual cresceria e floresceria intensamente!

Suas pétalas eram meigas, delicadas, amáveis, inigualáveis;
Suas cores intensas, suas sementes vigorosas e saudáveis.
Sua rara beleza era admirada por todos.
Sua simplicidade a fazia resistente, muito resistente,
De modo a superar intempéries,
E a florescer mesmo quando o dia não era belo,
Quando a água não era farta
E o Sol não era abundante!

Mas veio o inverno, e com ele o intenso frio,
Quando a névoa pairava sobre os campos
E as árvores já não mais tinham folhas,
Os animais, tristes, se acolheram em silêncio.
E a bela orquídea se enfraqueceu.

Restaram na Terra duas de suas sementes,
As mais férteis, as mais fortes,
Aqueles que continham em si toda a herança para florescer e brilhar
Com igual ou maior intensidade que ela própria!

Então brandamente o inverno se foi,
As novas plantinhas cresceram e revigoraram,
O Sol, tímido, lentamente se engrandeceu,
Os animais, alegres, voltaram a brincar,
Dentre eles os cãesinhos,
Os quais latiam com entusiasmo.

Vieram as primeiras flores,
Lindas, Robustas, Inigualáveis.
Estas sim reviveram a alegria, felicidade e carinho.
Da tão bondosa e meiga orquídea,
A qual não estava mais na Terra,
Mas sorridente, límpida e leve nas mãos de um anjo encantador,
Num lugar onde florescem apenas as flores verdadeiras,
No céu !!!

Hélio Rezende Lima Neto

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	12
1 - INTRODUÇÃO	13
2 - REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 - A Produção de carne no Brasil	14
2.2 - Demanda de Consumo Mundial	17
2.3 - A Raça Guzerá.....	21
2.4 - Qualidade e características da carcaça	22
2.4.1 – Espessura de gordura entre a 12ª e 13ª costelas.....	24
2.4.2 - Área de olho de lombo	24
2.5 - Uso da Ultra-sonografia na avaliação da carcaça para a estimação de parâmetros genéticos	25
3 - MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1 - Animais e procedimentos de coleta de dados	32
3.2 - Pedigree	36
3.3 - Análise de dados.....	36
3.4 - Grupos contemporâneos.....	37
3.5 - Estimação dos parâmetros genéticos	37
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 - Avaliação da importância dos efeitos fixos	40
4.2 - Repetibilidade	46
4.3 - Herdabilidades e correlações genéticas	47
5 - CONCLUSÕES	50
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais produtores de carne bovina do mundo	15
Tabela 2 - Eficiência na produção de gado de corte no Brasil	17
Tabela 3 - Carne brasileira: principais destinos da carne congelada e resfriada desossada <i>in natura</i> (mil toneladas)	19
Tabela 4 - Número de registros e animais na matriz de parentesco para características de carcaça do PMGRN (Programa de Melhoramento da Raça Nelore), no ano de 2005.....	26
Tabela 5 - Resposta à seleção (Δ) sob um cenário de seleção típica ¹	28
Tabela 6 - Resposta à seleção baseada em características de medidas de ultra-som a uma idade e peso constante	29
Tabela 7 - Herdabilidades e correlações genéticas das principais características da carcaça, medidas diretamente ou por ultra-sonografia.....	30
Tabela 8 - Herdabilidades e correlações genéticas das principais características da carcaça, medidas por ultra-sonografia, em gado Nelore.	31
Tabela 9 - Herdabilidades e correlações genéticas das principais características da carcaça, medidas por ultra-sonografia, em gado Nelore.	31
Tabela 10 - Número de observações (n), média das características (μ), mediana (med), desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV), mínimo (Mín) e máximo (Máx) das medidas de ultra-sonografia e peso corporal dos animais da raça Guzerá	40
Tabela 11 - Avaliação da importância dos efeitos fixos para o peso corporal.....	40
Tabela 12 - Avaliação da importância dos efeitos fixos para a área de olho de lombo.....	42
Tabela 13 - Avaliação da importância dos efeitos fixos para a espessura de gordura na costela	43
Tabela 14 - Avaliação da importância dos efeitos fixos para a espessura de gordura na garupa	45
Tabela 15 - Coeficientes de repetibilidade e erros padrão para peso corporal e medidas de ultra-sonografia em animais da raça Guzerá.....	46
Tabela 16 - Estimativas das herdabilidades e erros padrão ($h^2 \pm EP$), variância genética aditiva e variância residual para as características de peso e de carcaça em animais da raça Guzerá obtidas por análise uni-característica.....	47
Tabela 17 - Estimativas das herdabilidades (diagonal), correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) para as características de peso e carcaça em animais da raça Guzerá obtidas por análise bi-característica	47
Tabela 18 - Comparação das estimativas das herdabilidades obtidas por análise uni e bi-características	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Utilização da terra no Brasil.....	14
Figura 2 - Tamanho do rebanho bovino brasileiro (milhões de cabeças) e número de animais abatidos em 2006	16
Figura 3 - Aumento no abate de bovinos no Brasil (milhões de cabeças) no período de 1995 a 2005.....	16
Figura 4 - População de bovinos em diferentes partes do mundo	17
Figura 6 - Principais destinos de exportação da carne bovina brasileira	20
Figura 7 - Preços em US\$ da tonelada de carne bovina brasileira <i>in natura</i> de 2002 a 2006.....	20
Figura 8 - Exportações brasileiras de carne bovina no período de 1995 a 2005 (US\$ Milhões).....	21
Figura 9 - Aumento no número de registros genealógicos de animais da raça Guzerá no período de 1995 a 2002	22
Figura 10 - Cortes da meia carcaça (modelo americano) que podem ser trabalhados em programas de melhoramento genético.	23
Figura 11 - Ponto de medição da cobertura de gordura subcutânea no animal.....	24
Figura 12 - Locais das medidas de ultra-sonografia que foram obtidas nos animais estudados.....	33
Figura 13 - Animal sendo preparado com uso de óleo vegetal	33
Figura 14- Varredura ultra-sonográfica do músculo <i>Longissimus dorsi</i>	34
Figura 15 - Imagem do músculo <i>Longissimus dorsi</i> em secção transversal e imagem correspondente gerada pela varredura ultra-sonográfica.....	35
Figura 16 - Medição da espessura de gordura subcutânea.	35.
Figura 17 - Ultra-sonografia de varredura da espessura de gordura no <i>Longissimus dorsi</i> a $\frac{3}{4}$ do comprimento ventral do olho de lombo e entre a 12ª e 13ª costelas.....	36
Figura 18 - Gráfico do comportamento do peso corporal (Kg) em função da idade (meses) e do tipo de manejo nutricional.	41
Figura 19 - Gráfico do comportamento da área de olho de lombo (cm ²) em função da idade (meses) e do tipo de manejo nutricional.	42
Figura 20 - Gráfico do comportamento da espessura de gordura na costela (mm) em função da idade (meses) e do tipo de manejo nutricional.	44
Figura 21 - Gráfico do comportamento da espessura de gordura na garupa (mm) em função da idade (meses) e do tipo de manejo nutricional.	45

Figura 22 - Proporções da variância total devido aos efeitos genéticos aditivos diretos (h^2) e efeitos residuais (e^2) para peso corporal.....	48
Figura 23 - Proporções da variância total devido aos efeitos genéticos aditivos diretos (h^2) e efeitos residuais (e^2) para área de olho de lombo.....	49
Figura 24 - Proporções da variância total devido aos efeitos genéticos aditivos diretos (h^2) e efeitos residuais (e^2) para espessura de gordura na costela.	49
Figura 25 - Proporções da variância total devido aos efeitos genéticos aditivos diretos (h^2) e efeitos residuais (e^2) para espessura de gordura na garupa.	49

RESUMO

LIMA NETO, H. R. Estimativa de parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultra-sonografia em bovinos da raça Guzerá. Belo Horizonte, 2007. 52p. Dissertação (mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.

O presente trabalho teve como objetivo a estimação de componentes de (co)variância para o peso corporal e para características de carcaça de animais da raça Guzerá, avaliadas com o uso de ultra-sonografia. As características de carcaça avaliadas foram área de olho de lombo, e espessura de gordura na costela e na garupa. Foram utilizadas informações de 1.325 animais (90,4% de machos inteiros e 9,6% de fêmeas) Guzerá, oriundos de 4 fazendas situadas no Estado de São Paulo. Para ajuste e modelagem dos dados foram criados 43 grupos contemporâneos, os quais incluíram os efeitos de fazenda, sexo, data em que a medida foi obtida e manejo alimentar. Os componentes de (co)variância foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita, utilizando-se o aplicativo MTDFREML. Foram realizadas análises uni-características para estimar as herdabilidades das características área de olho de lombo, espessura de gordura na costela e na garupa. Análises bi-características foram feitas para estimar as correlações genéticas e fenotípicas entre peso corporal, área de olho de lombo, espessura de gordura na costela e na garupa. As estimativas de repetibilidade para as características foram 0,44 (peso corporal), 0,39 (área de olho de lombo), 0,75 (espessura de gordura na costela) e 0,49 (espessura de gordura na garupa). As estimativas de herdabilidade foram 0,41 (peso corporal), 0,34 (área de olho de lombo), 0,32 (espessura de gordura na garupa) e 0,10 (espessura de gordura na costela). As estimativas de correlações genéticas foram 0,79 (entre peso corporal e área de olho de lombo), 0,20 (entre peso corporal e espessura de gordura na garupa), 0,05 (entre área de olho de lombo e espessura de gordura na costela), 0,02 (entre área de olho de lombo e espessura de gordura na garupa) e 0,64 (entre as duas medidas de espessura de gordura). Os resultados mostram que uma única mensuração é suficiente para adequada avaliação das características área de olho de lombo e espessura de gordura na carcaça. Ainda, a possibilidade de resposta à seleção direta para características de carcaça e a ausência de antagonismo genético entre a seleção para peso corporal, tradicionalmente feita nas explorações de gado de corte, e as características área de olho de lombo e espessura de gordura na carcaça.

Palavras Chaves: herdabilidade, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea.

ABSTRACT

LIMA NETO, H. R. Estimates of genetic parameters of real-time ultrasound carcass traits in Guzera cattle. Belo Horizonte, 2007. 52p. Dissertação (mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.

Genetic parameters were estimated for body weight and real-time ultra-sound loin-eye area, rump fat thickness and back fat thickness of 1,317 Guzera cattle, 90,4% yearling bulls and 9,6% heifers. Animals were raised in four different farms located in the State of São Paulo State, Brazil. Analyzed models included the effects of age and 43 contemporary, accordingly to herd, sex, nutritional management and the date the animals were measured. Variance and covariance components were estimated using REML methodology and MTDFREML software. Single trait analyze were used to produce repeatability and heritability estimates for the four traits. Multiple trait analyzes were used to estimated genetic correlations among the traits. Repeatability estimates were .44 (body weight), .39 (loin-eye area), .75 (rump fat thickness) and .49 (back fat thickness). Heritability estimates were .41 (body weight), .34 (loin-eye area), .32 (back fat thickness) and .10 (rump fat thickness). Genetic correlation estimates were .79 (between body weight and loin-eye area), .20 (between body weight and back fat thickness), .05 (between loin-eye area and rump fat thickness), .02 (between loin-eye area and back fat thickness) and .64 (between the two measurements of fat thickness). Results suggest that there is no need for repeated real-time ultra-sound in order to evaluate carcass traits, and that direct selection for these traits might be effective. In addition, there is no genetic antagonism between selection for body weight, usually adopted by zebu cattle breeders as a selection criterion, and carcass traits.

Key words: heritability, loin eye area, subcutaneous fat thickness.

1 - INTRODUÇÃO

Em termos mundiais, a pecuária bovina brasileira destaca-se não somente pela grandeza de sua população, mas, também, pelo seu potencial de crescimento, fato demonstrado pelo alcance do patamar de exportação de 998.150 toneladas de carne bovina *in natura* no período de Janeiro a Outubro de 2006 (Secex-MDIC, 2006).

O rebanho bovino brasileiro é composto por cerca de 202 milhões de cabeças sendo que 80% têm alguma contribuição genética de zebu (FAO, 2005). Hoje o Brasil tem o maior rebanho comercial do mundo, cuja potencialidade produtiva não encontra rivalidade em nenhum outro país. Verifica-se também que a raça Guzerá destaca-se em importância no rebanho nacional, com um crescimento da ordem de 56% dos registros genealógicos de nascimentos (RGN) de 1995 a 2002, segundo a Associação Brasileira de Criadores de Zebu (2004).

Segundo FAO (2006), em 2006 foram abatidos 43 milhões de cabeças no Brasil, com produção de 9,6 milhões de toneladas de equivalente carcaça, sendo o segundo país produtor de carne bovina no mundo.

Com o processo de globalização das economias está ocorrendo acirramento entre os países pela conquista de novos mercados consumidores. Ter qualidade no produto é de fundamental importância para ser competitivo dentro do processo. Para se ter qualidade é indispensável investir em novas tecnologias. O melhoramento genético, por promover mudanças estáveis e permanentes nos rebanhos, pela introdução e multiplicação de genes superiores, é uma das tecnologias importantes para a competitividade da produção de carne.

Os programas de melhoramento genético de bovinos de corte buscam identificar e selecionar animais que possuem maior valor

genético para caracteres importantes como desempenho na fase de crescimento, eficiência reprodutiva e características desejáveis da carcaça e da carne.

Na cadeia produtiva da pecuária de corte, existe demanda cada vez maior por novas tecnologias que possibilitem melhor qualidade da carcaça, o que tem gerado contínuo processo de transformação nos sistemas de mensuração das características de interesse econômico e na avaliação genética dos animais.

Os pesquisadores têm procurado, por meio de métodos cada vez mais precisos e sofisticados, obter estimativas dos valores genéticos dos animais com confiabilidade cada vez maior, de tal modo que as comparações entre eles sejam, em grande parte, baseadas exclusivamente nas diferenças genéticas.

Com a tendência de diminuição do ciclo de produção e a maior demanda por carne de melhor qualidade, há necessidade de alterar a forma da curva de crescimento do animal, para que se obtenha um animal com peso e acabamento adequados para o abate em uma idade cada vez mais jovem. A curva de crescimento poderia ser alterada pela seleção para algumas características. Em relação às características de desempenho ponderal já existem programas bem definidos, mas no que se refere à qualidade e produtividade da carcaça, pouco tem sido feito.

Para fazer a seleção devem-se buscar características indicadoras da qualidade e da produtividade de carcaça. Dentre estas, a espessura de gordura subcutânea e a área do músculo *Longissimus dorsi* ou área de olho de lombo, têm sido empregadas.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de estabelecer os parâmetros genéticos necessários para o desenvolvimento de um programa de avaliação genética para a raça Guzerá que inclua a qualidade da carcaça. Assim foram obtidas estimativas de

repetibilidade e de herdabilidade para peso corporal e para as características de carcaça (espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo) e para as correlações genéticas entre estas características.

O Brasil possui vasta área territorial, com 8.514.876Km² (IBGE, 2006) apresentando diversas condições ambientais. Os ecossistemas predominantes são os cerrados que se caracterizam por duas estações distintas, a seca e a chuvosa. Durante a estação chuvosa (Outubro a Abril), o clima é quente e úmido com temperaturas variando de 20° a 45°C e umidade relativa de 80 a 85% (INMET, 2006). Durante a estação seca a temperatura varia de 10° a 20°C e a umidade por volta de 40 a 50% (INMET, 2006).

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - A Produção de carne no Brasil

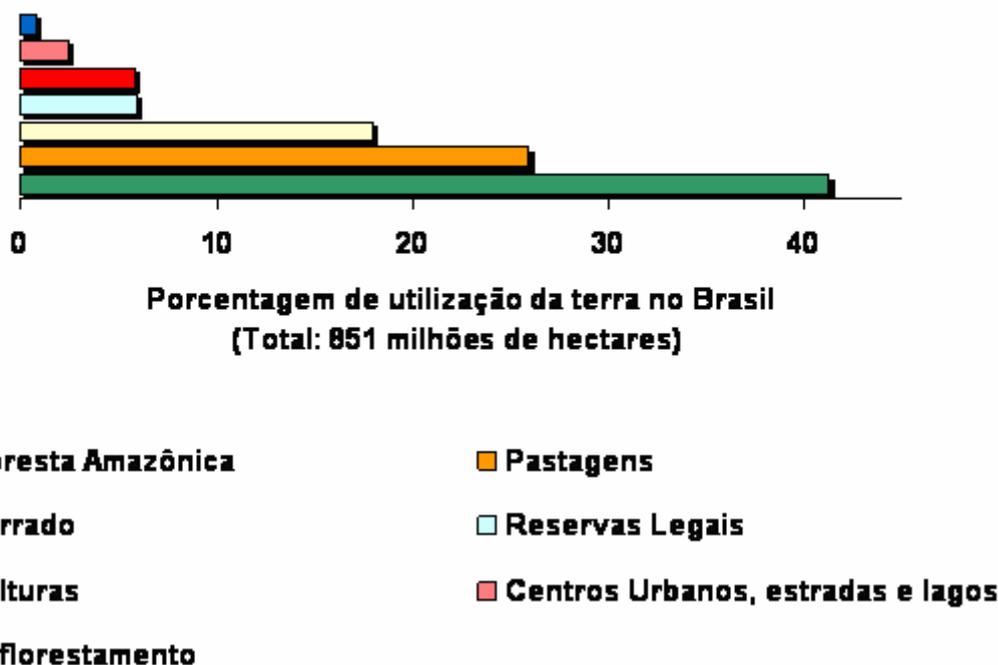


Figura 1 - Utilização da terra no Brasil

Fonte: IBGE (2006).

O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, com 202 milhões de cabeças (FAO, 2006). Porém, os índices da pecuária nacional (Tabela 1) não refletem excelência

em produtividade (Figura 2), mas resultam da grande extensão territorial, do uso das terras agricultáveis (Figura 1) e do efetivo bovino (Tabela 3). Sendo o segundo maior

produtor de carne bovina mundial (Tabela 1), tornam-se cada vez mais importantes estudos relacionados aos parâmetros genéticos de características de carcaça das raças zebuínas para que a carne nacional ganhe cada vez mais em qualidade e quantidade, podendo atingir maiores índices de aceitação e preço no mercado internacional.

O genótipo bovino mais importante no Brasil é o *Bos indicus*, representado por 8 raças (Nelore, Guzera, Tabapuã, Brahman, Gir, Indubrasil, Sindhi e Cangaian). Estas são caracterizadas pela adaptação às condições

tropicais onde as altas temperaturas e as pastagens de baixa qualidade propiciam contexto limitante para a criação de animais *Bos taurus*, e são as responsáveis pelo grande aumento na produção de carne no Brasil nos últimos dez anos (Figura 3).

Globalmente, a produção animal é responsável por mais de 40% do valor bruto da produção agrícola (FAO, 2006). O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo (Figura 4), porém os índices produtivos e padrões de qualidade são relativamente baixos.

Tabela 1 - Principais produtores de carne bovina do mundo

	2003	2004	2005
	Milhões de Toneladas		
EUA	12,0	11,3	11,5
Brasil	7,2	7,8	8,2
União Européia ¹	7,4	8,1	8,0
China	6,3	6,8	7,2
Índia	2,9	3,9	3,1
Argentina	2,6	2,9	3,0
Austrália	2,1	2,2	2,3
México	1,5	1,5	1,6
Canadá	1,2	1,5	1,5
Paquistão	1,0	1,0	1,0
Nova Zelândia	0,7	0,7	0,7
Outros	16,5	15,9	16,1
TOTAL	61,4	62,7	64,2

¹ 15 membros até 2003 / 25 membros adiante

Fonte: FAO, 2005.

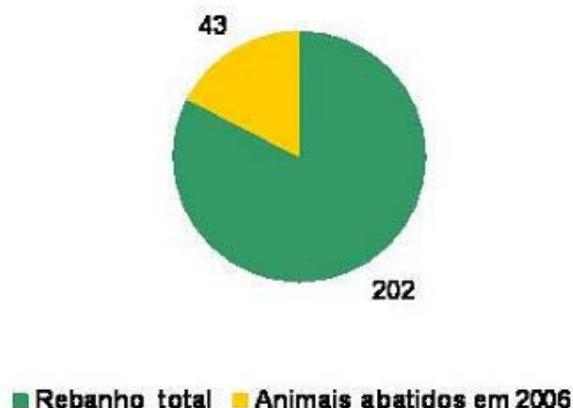


Figura 2 - Tamanho do rebanho bovino brasileiro (milhões de cabeças) e número de animais abatidos em 2006
Fonte: FAO, 2006.

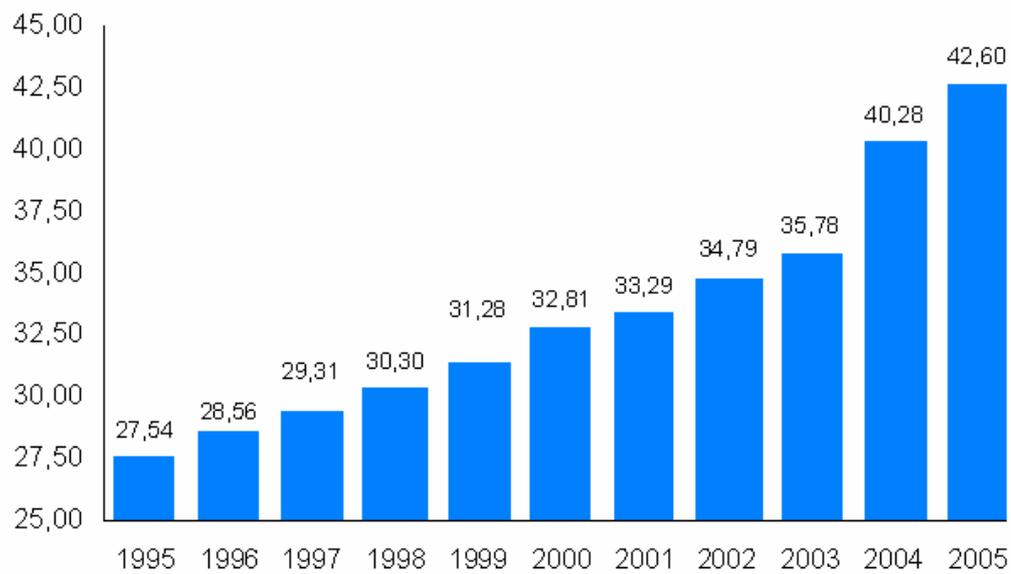


Figura 3 - Aumento no abate de bovinos no Brasil (milhões de cabeças) no período de 1995 a 2005
Fonte: Secex-MDIC, 2006.

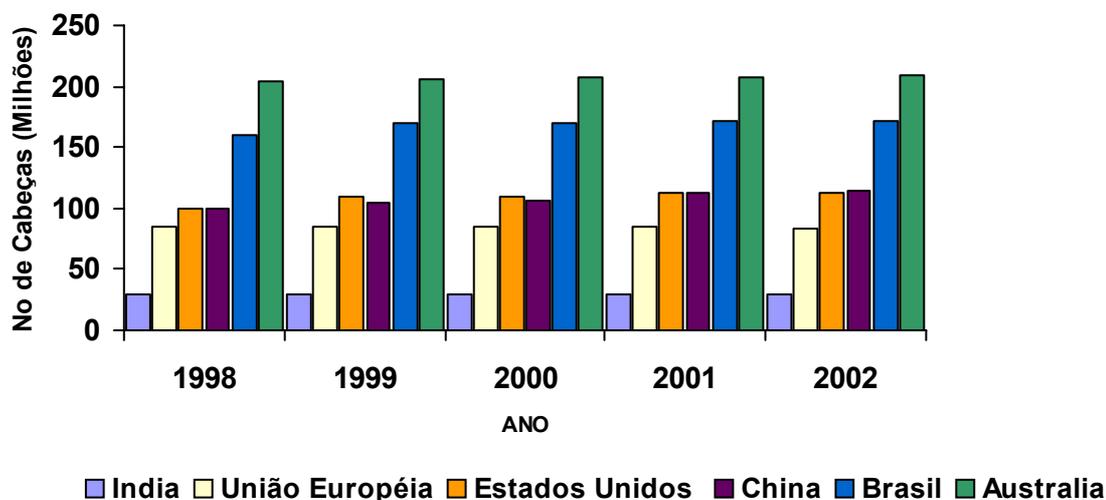


Figura 4 - População de bovinos em diferentes partes do mundo
 Fonte: Anualpec, 2003.

O efetivo bovino brasileiro cresceu 1,8% ao ano, no período de 1993 a 2003 (Anualpec, 2003; Figura 4), mas ainda necessita melhorar sua taxa de desfrute (Figura 5). Algumas variáveis têm sido úteis nesse processo. O crescente aumento no uso de suplementação mineral, o desenvolvimento de programas sanitários efetivos para os rebanhos, o uso de pastejo rotativo com manejo intensivo e investimentos em fertilidade do solo são alguns exemplos de fatores que têm levado à melhoria da taxa de desfrute do rebanho nacional. Segundo a Anualpec (2006), 65% do rebanho brasileiro

tem recebido algum tipo de suplementação e a expectativa é de que este índice alcance valores de 80% em 2012.

Os melhoristas brasileiros possuem o desafio de produzir animais de corte para satisfazer às demandas dos consumidores tanto por quantidade quanto por qualidade, utilizando sistemas de baixo custo de produção, que no Brasil são caracterizados pela utilização de pastagens e animais adaptados, que propiciam melhor lucratividade aos sistemas de produção predominantes.

Tabela 2 - Eficiência na produção de gado de corte no Brasil

Ano	Taxa de Desfrute (%)	Ano	Taxa de Desfrute (%)
1983	17,1	1994	21,0
1984	17,2	1995	23,9
1985	17,3	1996	24,0
1986	17,6	1997	22,3
1987	19,0	1998	22,2
1988	19,6	1999	22,1
1989	19,4	2000	21,9
1990	19,3	2001	22,1
1991	20,3	2002	22,6
1992	21,5	2003	24,2

Fonte: Araújo, 2003.

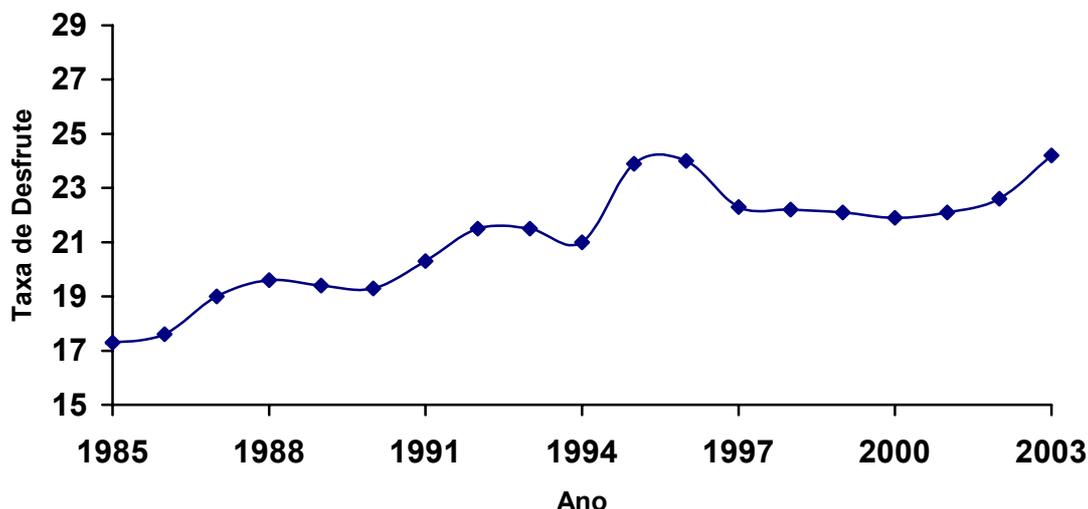


Figura 5 - Eficiência da produção do gado de corte no Brasil

Fonte: Araújo, 2003.

Particularmente, as indústrias da carne suína e de aves têm se desenvolvido muito em relação aos padrões de qualidade da carne com grande competitividade no mercado. Porém, até o presente momento, as associações brasileiras de raças bovinas de corte têm desenvolvido seus programas de seleção priorizando o crescimento dos animais, a produção de leite e, com menor ênfase, a fertilidade. No entanto, para se incorporar características de carcaça em um programa de avaliação genética e delinear programas de melhoramento adequados, todos os parâmetros genéticos pertinentes à raça devem ser estabelecidos.

No âmbito das constantes mudanças do sistema produtivo de bovinos de corte, o enfoque sobre a qualidade da carne é cada vez maior. A cadeia da carne bovina poderá ganhar significativamente com a valorização do produto final. Entretanto, deve-se destacar que aquele que cria o animal, o produtor, poderá ganhar mais ainda dentro da fazenda. Atualmente, termos técnicos como espessura de gordura subcutânea, espessura de gordura na garupa e área de

olho de lombo tornaram-se comuns aos profissionais mais atentos às tecnologias inerentes à pecuária moderna.

2.2 - Demanda de Consumo Mundial

É bem conhecido que a demanda reflete o interesse do consumidor em comprar um produto específico. Esta demanda depende de vários fatores incluindo qualidade nutricional, segurança alimentar, fatores culturais, educação, *marketing*, estilo de vida, conveniência, preços e outros fatores como geografia e distribuição logística (Araújo, 2003).

Devido às diversas condições favoráveis para a produção de carne bovina, aliados à crescente demanda mundial, o volume das exportações brasileiras ultrapassou a marca de 1 milhão de toneladas em 2005 (CNA, 2006). Os principais destinos das

exportações estão apresentados na Figura 6.

Os preços mundiais da carne sofreram redução em 2002, em resposta à queda do consumo devido a problemas de segurança alimentar que ocorreram naquele ano. Os surtos de Febre Aftosa e Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE) foram os mais importantes no impacto do preço da carne no período. Como forma de se adequar aos

protocolos de segurança alimentar, os produtores brasileiros estão adotando um programa de rastreabilidade nacional, o SISBOV. Este foi estabelecido para atender às demandas de mercado da União Européia, mas também é bastante útil em muitos programas de manejo.

Tabela 3 - Carne brasileira: principais destinos da carne congelada e resfriada desossada *in natura* (mil toneladas)

País	2002	2003	2004	2005
Federação Russa	39	84	154	294
União Européia	125	155	203	226
Egito	47	77	112	146
Chile	76	95	104	67
Bulgária	3	9	21	44
Algéria	0	9	39	42
Arábia Saudita	45	45	42	28
Outros	12	16	46	108
TOTAL	430	620	925	1086

Fonte: CNA, 2006.

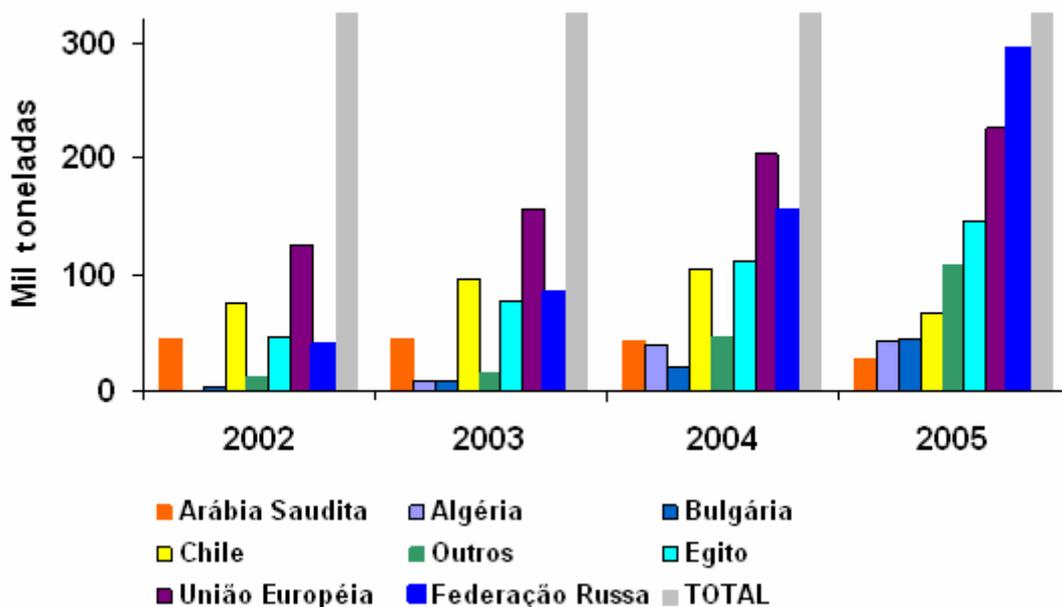


Figura 6 - Principais destinos de exportação da carne bovina brasileira
 Fonte: CNA, 2006.

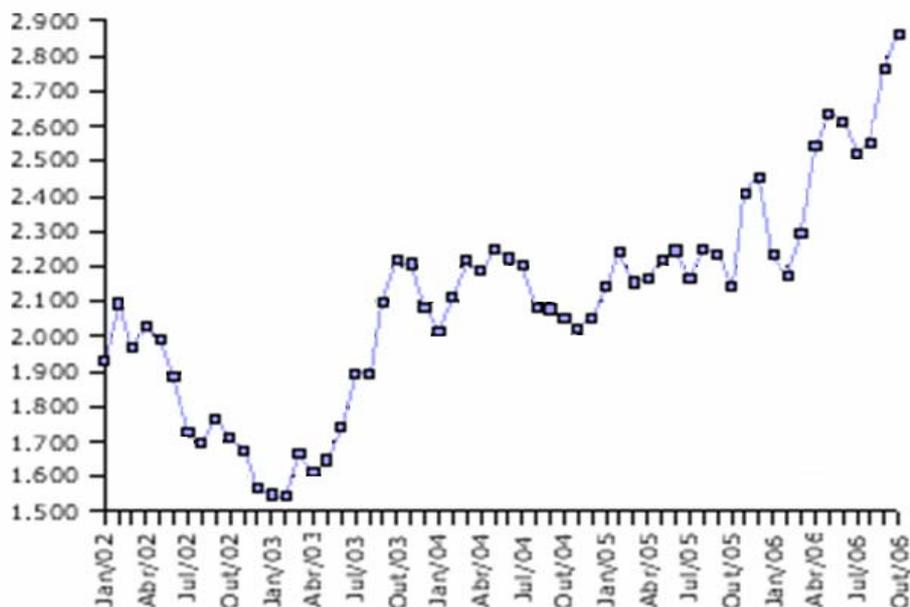


Figura 7 - Preços em US\$ da tonelada de carne bovina brasileira *in natura* de 2002 a 2006
 Fonte: Adaptado de Secex-MDIC, 2006.

No entanto, o Instituto Internacional de Pesquisa de Segurança Alimentar de Washington D.C, projetou aumento de 55% na demanda mundial por produtos de origem animal entre 1997 e 2020 (Rosegrant *et al.*, 2001). O consumo de carne mundial está projetado para ter drástico incremento, sendo a China responsável por mais de 40% desse fato. Os países em desenvolvimento sozinhos responderão por 70 milhões de toneladas no aumento de consumo entre 2002 e 2020 (Anualpec, 2006). A população mundial está projetada para crescer de 6 bilhões de pessoas, em 2000, para 7,5 bilhões, em 2020 (Rosegrant *et al.*, 2001). O crescimento da população em países asiáticos, especialmente na China, unido aos aumentos na taxa de seu câmbio em relação ao dólar americano tem propiciado a elevação no consumo de carnes. Nos últimos quatro anos a economia chinesa cresceu entre 7 e 8% ao ano e a Índia,

Coréia do Sul e outros países asiáticos cresceram entre 5 e 6% ao ano (Anualpec, 2006), o que vem refletindo no aumento das exportações brasileiras de carne bovina no período de 1995 a 2005 (Tabela 3, Figuras 7 e 8), com aumento expressivo de 24% de 2004 para 2005. Por outro lado, a disponibilidade de terra agrícola, água e outros recursos naturais disponíveis vem decrescendo, tornando crescente o desafio ao sistema mundial de produção de carne bovina.

Nos últimos três anos a demanda internacional por carne bovina tem crescido entre 300 e 400 mil toneladas por ano e espera-se a mesma taxa de crescimento nos próximos dez anos (Anualpec, 2003). Esta fonte também projetou aumento na exportação de carne brasileira de 170 a 250% em volume e preço, respectivamente (Anualpec, 2003). Diante do exposto, os produtores brasileiros de carne irão

necessitar de melhorias na qualidade de seus produtos para atender aos padrões de qualidade internacionais.

Para melhor compreender a demanda de consumo também é importante avaliar os fatores de longo prazo como crescimento da renda, da população e mudanças culturais.

Investimentos estratégicos em pesquisa, novas tecnologias, irrigação e logística de distribuição podem contribuir para o equilíbrio entre a demanda e oferta (Araújo, 2003). Todos esses fatores vão requer políticas governamentais mais claras e investimentos substanciais.

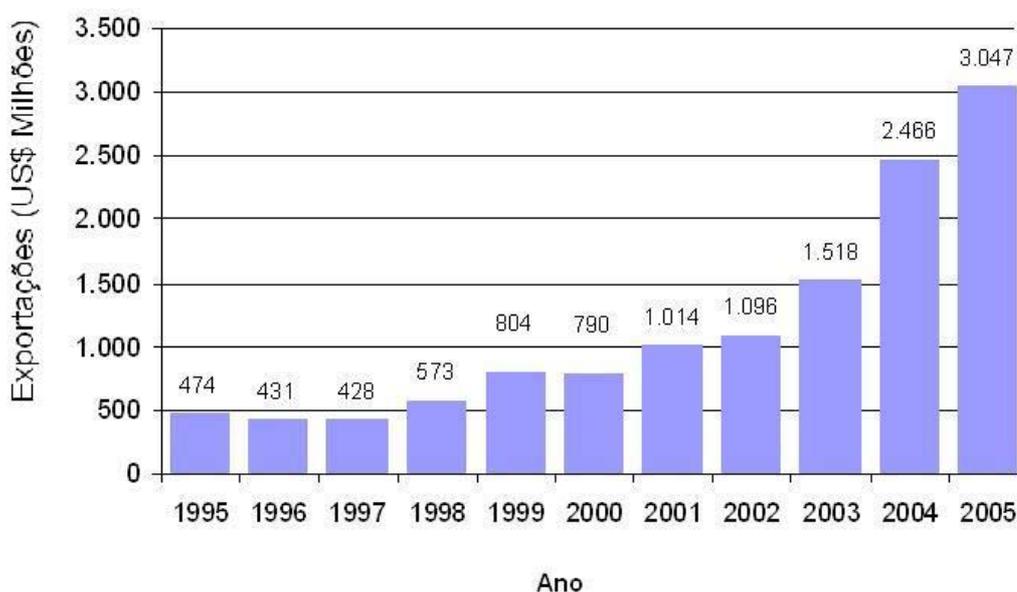


Figura 8 - Exportações brasileiras de carne bovina no período de 1995 a 2005 (US\$ Milhões)
Fonte: Secex-MDIC, 2006.

2.3 - A Raça Guzerá

A introdução da raça Guzerá no Brasil iniciou-se com a entrada dos primeiros exemplares zebuínos trazidos da Índia no final do século XIX, importados por criadores de Recife, Salvador e Rio de Janeiro, sendo explorada principalmente na produção de carne e leite (Associação Brasileira dos Criadores de Zebu-ABCZ, 2006).

A raça Guzerá chegou a ter participação expressiva nos negócios de bovinos nacionais até meados de 1925, porém, na década de 40, foi prejudicada pela política de cruzamentos para formação do Indubrasil, causando uma drástica diminuição do plantel de animais puros (Silva, 2004).

Entretanto, devido às suas aptidões para produção de carne, capacidade leiteira de algumas linhagens e o grande interesse de muitos criadores, a partir de 1995 houve nova retomada da raça, que passou de 6.405 registros genealógicos de nascimento (RGN), feitos pela Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ), para 10.022 RGN, em 2002 (Figura 9), o que representa crescimento de 56,47% (ABCZ, 2006). Esse aumento considerável no número de animais registrados fez do Guzerá o quarto colocado entre as raças zebuínas em número de registros na ABCZ.

Dentro desse contexto, torna-se cada vez mais importante a participação do gado Guzerá na pecuária brasileira, que em termos de animais puros representa mais de 10% do rebanho *Bos indicus* no País, além de expressiva participação no efetivo de

animais cruzados, estimada em mais de 30 milhões de animais com algum grau sanguíneo da raça Guzerá.

A despeito da importância do Guzerá para pecuária nacional, o número de trabalhos científicos publicados sobre parâmetros genéticos da raça é reduzido (Silva, 2004).

Deve ser destacado o Programa de Avaliação Genética da Raça Guzerá (PAGRG), desenvolvido pela USP de Ribeirão Preto, SP, que teve início em novembro de 1999, devido ao interesse de criadores da raça em aplicar novas tecnologias aos seus rebanhos. Atualmente o programa publica sumário de touros com

DEPs para habilidade materna, idade ao primeiro parto, período de gestação, produtividade acumulada, crescimento pré e pós-desmame, além de fertilidade de touros e de matrizes. As características de carcaça (área de olho de lombo, espessura de gordura na costela e na garupa) já estão sendo avaliadas e, em breve, suas DEPs também farão parte do programa.

Nos últimos anos, a raça Guzerá vem obtendo importante ganho em produtividade, com excelentes resultados na valorização dos animais em leilões e no aumento da comercialização de sêmen. O PAGRG conta hoje com 42 fazendas ativas e cerca de 30 mil animais cadastrados.

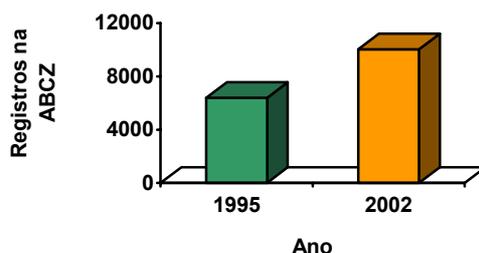


Figura 9 - Aumento no número de registros genealógicos de animais da raça Guzerá no período de 1995 a 2002
Fonte: ABCZ, 2006.

2.4 - Qualidade e características da carcaça

A qualidade da carcaça representa um dos fatores mais importantes para definição do seu valor. Podem-se distinguir duas características principais associadas à remuneração do produto: rendimento de carcaça e qualidade da carne. O rendimento de carcaça impacta diretamente a receita dos produtores e frigoríficos porque reflete a quantidade de carne vendável na carcaça inteira. Os itens relativos à qualidade da carne são mais complexos, sendo dependentes de muitos fatores como cor, marmoreio, maciez, suculência e sabor, mas

que exercem papel importante nos segmentos da indústria da carne.

O rendimento de carcaça é baseado na quantidade total de músculo em comparação com a de ossos e de gordura (Figura 10). A alometria do crescimento caracteriza-se primariamente pelo desenvolvimento dos ossos, seguida pelo crescimento muscular e finalmente pela deposição de gordura. Esta pode ser modificada com o genótipo, o sexo, o programa nutricional, sendo que todos esses fatores influenciam o rendimento de carcaça.

Sabe-se que a qualidade da carne depende principalmente dos fatores cor,

maciez, suculência e sabor. A maciez é considerada um dos mais importantes com relação à aceitabilidade da carne (Sainz *et al.*, 2001). É maior em animais mais jovens e tende a diminuir nos animais mais velhos devido ao aumento do tecido conectivo entre as fibras musculares. Também, nos animais mais velhos, a degradação das miofibrilas tende a ser menor nos animais

mais velhos durante o processo de *post-mortem* (Sainz *et al.*, 2001). A suculência influencia a palatabilidade da carne e está relacionada à deposição de gordura, especialmente ao marmoreio. Todas essas características são influenciadas pelos mesmos fatores que afetam o rendimento da carcaça: genótipo, idade, sexo, nutrição e uso de hormônios.

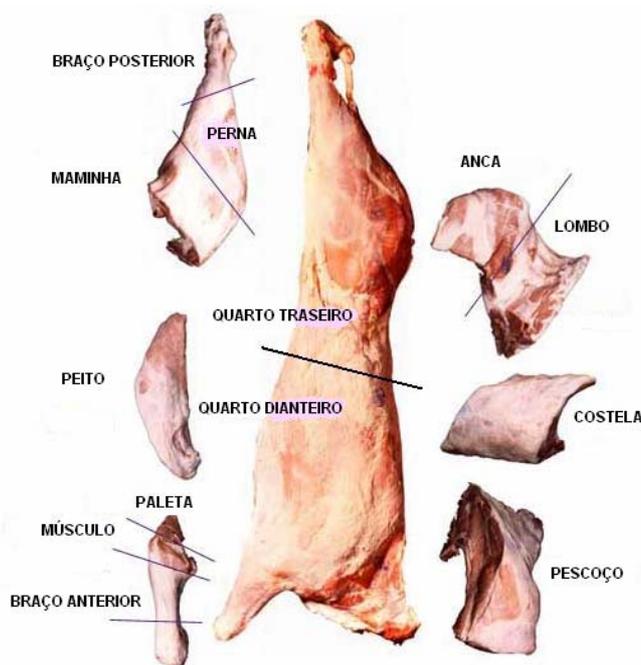


Figura 10 - Cortes da meia carcaça (modelo americano) que podem ser trabalhados em programas de melhoramento genético.

A importância das características de carcaça para a indústria da carne vem crescendo, especialmente com a introdução de sistemas mais detalhados de especificação de carcaça e o pagamento de bonificações por produtos que satisfaçam os requerimentos e expectativas de determinados nichos de mercado. A bonificação por qualidade de carcaça nos Estados Unidos tem sido baseada no rendimento e qualidade, que são influenciados pela porção de músculo, gordura e ossos (Herring *et al.*, 1994; Tait *et al.*, 2002).

Diante do exposto, os criadores brasileiros se deparam com o desafio de comercializar suas carcaças enquanto as agências governamentais se responsabilizam pelo controle sanitário (Araújo, 2003). Em alguns frigoríficos modernos que atendem a mercados mais exigentes, principalmente em países de primeiro mundo, um funcionário especializado classifica as carcaças, embora algumas marcas certificadas também possuam um fiscal presente para averiguar o processo.

2.4.1 – Espessura de gordura

A cobertura de gordura subcutânea é característica importante e tem sido

mensurada desde os anos 50 com o uso do ultra-som A-Mode (Stouffer, 1991). A espessura de gordura na costela é medida perpendicularmente ao animal e o ponto de medida está localizado a $\frac{3}{4}$ da distância da espinha dorsal (medial) e a lateral final do músculo *longissimus dorsi* (Figura 11).

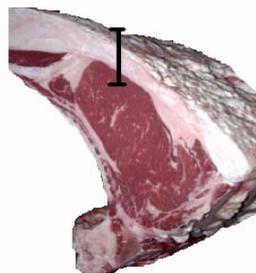
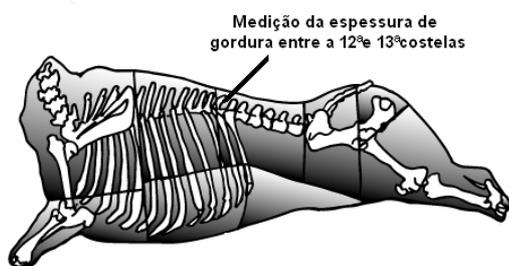


Figura 11 - Ponto de medição da cobertura de gordura subcutânea no animal
Fonte: Araújo, 2003.

A seleção genética para essa característica pode ser feita visando o aumento ou decréscimo da espessura de gordura. Segundo Tait (2002), o aumento da espessura de gordura leva a uma diminuição do rendimento de carcaça. No entanto, a maioria das especificações de mercado exige um mínimo de espessura de gordura. Segundo Araújo (2003), todos os frigoríficos brasileiros certificados exigem o mínimo de espessura de gordura (normalmente 3mm), porém somente 50 a 60% dos animais terminados em sistemas de pastejo conseguem alcançar esse valor e receber bonificações. Em outros mercados, como o norte americano, a seleção objetiva redução na espessura de gordura e aumento no rendimento de carne. Deve-se ressaltar que, em programas de melhoramento que utilizam DEPs para menor espessura de gordura nas novilhas de reposição, limitações podem surgir uma vez que estas novilhas venham a apresentar menor desempenho reprodutivo.

A espessura de gordura subcutânea medida entre a 12ª e a 13ª costelas e a espessura de gordura subcutânea na garupa medida

entre os músculos *Gluteus medium* e *Biceps femoral* localizada entre o ílio e o ísqiuo são medidas que se relacionam à precocidade de crescimento, sexual e de acabamento. A camada de gordura de cobertura é essencial para evitar o encurtamento das fibras musculares no resfriamento da carcaça que acaba comprometendo a qualidade da carne.

A gordura subcutânea da garupa é uma característica muito interessante para animais criados a pasto, por ter um desenvolvimento mais precoce que a gordura nas costelas na idade ideal de coleta da imagem, além disso, esta característica possui uma melhor acurácia e repetibilidade de mensuração quando comparada a EGS (Costa e Yokoo, 2004).

2.4.2 - Área de olho de lombo

A área de olho de lombo tem sido relacionada com musculabilidade, mas sua importância não fica limitada a isso, pois é

importante indicador do rendimento de cortes de alto valor comercial (Luchiari Filho, 2000).

Segundo Perkins (1992) a área de olho de lombo medida entre a 12ª e 13ª costelas é amplamente aceita e utilizada como indicador da composição da carcaça.

Epley *et al.* (1970) avaliando a relação de algumas medidas realizadas na carcaça com o peso dos cortes comerciais, relataram que a área de olho de lombo na carcaça explicou 32% da variação dessa característica, mas não apresentou nenhuma relação com a porcentagem da porção comestível. Cole *et al.* (1962) relataram que a área de olho de lombo medida na carcaça explicou 18% da variação da porção de carne magra na carcaça.

2.5 - Uso da Ultra-sonografia na avaliação da carcaça para a estimação de parâmetros genéticos

Diversos trabalhos têm demonstrado que o ultra-som pode ser usado na mensuração da composição da carcaça (Stouffer, 1991; Wilson, 2001; Herring, 1998). A composição da carcaça é definida como as proporções relativas de carne, gordura e ossos (Wilson, 2001). Outros métodos de avaliação incluem formas mecânicas e ópticas, exame eletromagnético, impedância elétrica, raios-X, tomografia computadorizada e ressonância nuclear magnética. Estes métodos também podem ser usados para mensurações no animal vivo, porém o ultra-som possui melhor custo benefício quando utilizado em larga escala além de ser mais prático no uso a campo.

Segundo Lôbo (2005), o ultra-som tem sido usado para medir área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e gordura intramuscular e seu uso tem sido crescente nos Programas de Melhoramento Genético da raça Nelore (Tabela 4). Esta tecnologia

tem sido usada tanto em animais vivos (Stouffer, 1991; Doyle *et al.*, 1998) quanto em carcaça quente (Stouffer, 1991; Amim *et al.*, 1995; Perkins T. *et al.*, 2003).

Há vários tipos de aparelhos de ultra-som no mercado, mas todos operam com o princípio de ondas sonoras enviadas criando um eco quando encontra uma superfície densa. O som é uma onda mecânica de compressão e refração por um meio. Uma onda sonora pode ser comparada a uma onda longitudinal que possui frequência e velocidade. O comprimento de onda é a distância entre dois pontos iguais em uma determinada onda. Frequência é o número de ciclos em um determinado período de tempo (Figueiredo, 2001).

A velocidade deriva da frequência e comprimento; a velocidade da onda varia, propagando mais rápido pela gordura do que pela carne, devido à diferença de densidades. Sabendo-se a frequência e a velocidade, o comprimento de onda pode ser calculado. Devido a velocidade do som em um dado tecido ser constante, mudando a frequência, mudará o comprimento de onda. Isso irá, por sua vez, afetar a resolução e qualidade da imagem produzida pelo ultra-som.

O diagnóstico do ultra-som é produzido por cristais da unidade transmissora com propriedades de pressão elétrica. Quando os cristais são deformados pela pressão, produzem eletricidade. Inverso a isso, quando uma corrente elétrica é aplicada, os cristais se deformam. Este é o processo pelo qual a onda sonora é gerada e recebida pelo transdutor. Quando refletido, o som retorna e uma deformação leve nos cristais é produzida; isso gera uma corrente elétrica. A corrente aparece num osciloscópio como uma imagem das interfaces do tecido.

A diferença de velocidade existente nos principais tecidos moles é a base técnica para estimativas *in vivo* da composição de carcaça e medições de tecidos (Saviani, 1993). Um limite tênue entre os tecidos, como a faixa entre a gordura

subcutânea e o músculo, resulta numa reflexão especular de som que; produz uma imagem congruente no monitor. Tecidos que contêm colágeno causam dispersões acústicas. As interferências construtiva e destrutiva vindas das diferenças de fase entre as cristas das ondas de várias dispersões produzem granulações e contrastes aleatórios nas imagens do ultra-som, as quais são ditas dispersões (Barros, 1993).

Há três tipos de aparelhos de ultrasonografia. O primeiro é chamado de amplitude ou método A, no qual o aparelho ultra-som apresenta uma imagem uni direcional da amplitude e distância do retorno do eco. O segundo, é o método do brilho ou método B, onde há duas exibições de pontos dimensionais. O transdutor é movido através da superfície e é apresentada uma imagem de um corte anatômico seccional. O terceiro é o método do movimento do ultra-som ou M ou *MT-mode*, é um formato unidimensional que descreve pontos ou pequenos sinais, apoia-se o transdutor em um lugar sobre os órgãos em movimento (Figueiredo, 2001). Este é mais usado em ecocardiogramas.

Segundo El Faro (1993), os métodos utilizados para escaneamento de bovinos de corte são os tipos A e B. Para medições que não necessitem de grande precisão pode ser usado um aparelho de ultra-som do tipo A que é de fácil manuseio e baixo custo, mas para medidas mais acuradas, como as necessárias para um banco de dados de um programa de melhoramento, é conveniente o uso de aparelhos de ultra-som do tipo B. Estes aparelhos, além de mais acurados em suas medidas, fornecem a possibilidade de armazenagem de imagem para posterior análise em programas computacionais com maior precisão (Barros, 1993 citado por Figueiredo, 2001).

A avaliação através por meio da ultrasonografia pode beneficiar todos os segmentos da indústria da carne devido à maior acurácia na determinação do mérito das carcaças. A acurácia do método começou a ser implementada a partir da década de 80 quando o ultra-som foi introduzido com transdutor linear com grande número de cristais (64-100).

Tabela 4 - Número de registros e animais na matriz de parentesco para características de carcaça do PMGRN (Programa de Melhoramento da Raça Nelore), no ano de 2005

Característica	Número de registros	Matriz de parentesco
Área de olho de lombo	6.437	740.670
Espessura de gordura na costela	6.393	740.708
Espessura de gordura na garupa	6.355	740.714

Fonte: Lôbo, 2005.

Segundo Reverter (2000), algumas empresas melhoradoras da Austrália estimaram DEPs para características de carcaça medidas por ultra-som, incluindo área de olho de lombo e profundidade de

gordura subcutânea na costela na garupa desde 1990.

As mensurações por ultra-sonografia têm o potencial de permitir à indústria da carne a obtenção de diferenças esperadas na progênie (DEPs) para características de

carcaça para uma população muito maior de animais, a custo muito mais baixo e a menor tempo do que é possível com o teste de progênie (BIF, 1996).

Segundo Crews *et al.* (2003), a ultrasonografia é método simples, fornece boa confiabilidade aliada a praticidade em trabalhos a campo, além de gerar medidas com alta acurácia e repetibilidade da gordura externa e área muscular do *longissimus dorsi* em gado de corte.

A maioria dos estudos com ultra-som em gado de corte tem conduzido ao estabelecimento de parâmetros genéticos específicos para cada raça e fornecido informações às associações de raças necessárias ao desenvolvimento de seus programas de avaliação de carcaça (Moser *et al.* 1998).

Perkins *et al.* (1992) relataram que a medição de animais vivos por ultrasonografia tem como objetivo a predição das diferenças genéticas entre os indivíduos e a identificação de reprodutores geneticamente superiores. Segundo Figueiredo (2001), a ultrasonografia é usada, basicamente, para quatro finalidades dentro das técnicas de avaliação *in vivo* de carcaças. A primeira consiste na avaliação da composição corporal dos reprodutores e de seus descendentes. A segunda é focada na monitoração da composição corporal da população comercial, avaliação dos lotes (grupos contemporâneos) quanto à deposição de gordura, por exemplo, para fins de determinação do momento ótimo de abate. Outra finalidade é a identificação, na fazenda, dos animais para descarte, para terminação e para reprodução. A quarta e última concentra-se na valorização do gado comercial no mercado, em particular no mercado de leilões, valorização de lotes e de reprodutores com características positivas para rendimento de carcaça (deposição de gordura em níveis desejáveis).

A eficácia da ultrasonografia tem sido comprovada por diversos autores. Perkins *et al.* (1992) realizaram medidas de ultra-som na região da 12^a-13^a costelas de 495

machos cruzados confinados e de 151 novilhas 24 horas antes do abate com o objetivo de avaliar a acurácia das medidas de ultra-som para espessura de gordura e área de olho de lombo como preditor das medidas reais destas características. A conclusão foi de que medidas de espessura de gordura e área de olho de lombo, feitas por ultra-som antes do abate, podem ser preditores acurados das medidas reais na carcaça em gado de corte.

Brethour (1992) determinou a repetibilidade de medidas de espessura de gordura pelo ultra-som em 217 animais e a associação de medidas de carcaça e ultra-som foi avaliada com 580 animais. Este autor concluiu que medidas de ultra-som podem ser mais precisas e acuradas que medidas de carcaça para avaliar a espessura de gordura em gado de corte. Robinson *et al.* (1992) fizeram a avaliação de medidas de carcaça em animais vivos por ultra-som e da acurácia dos operadores do aparelho. Os resultados encontrados confirmam a acurácia da medida de ultra-som e sua efetividade na predição das medidas de carcaça e seu uso potencial em programas de seleção.

Renand & Fisher (1997) compararam quatro métodos de avaliação de carcaças e concluíram que medidas de ultra-som são mais eficientes para predição de gordura nas carcaças dos animais. Já Robinson *et al.* (1992) verificaram, em animais comerciais que filhos de touros testados para características de carcaça medidas através de ultra-som que as características se refletiram no desempenho de carcaça das progênies.

Baleiy *et al.* (1986), estudando 260 bovinos cruzados separados em três categorias de peso (340, 470 e 600kg), encontraram correlações significativas entre medidas de ultra-som e algumas características de composição de carcaça. No trabalho citado, houve pouca diferença nos coeficientes de correlação múltipla e erros-padrão das estimativas, com ou sem a inclusão de medidas de ultra-som, em relação às outras medidas *in vivo*. As máximas correlações múltiplas para porcentagem de gordura na

carcaça, carne magra e cortes nobres, usando todas as medidas *in vivo*, foram de 60 a 70%.

Smith *et al.* (1992), estudando 96 animais na era de um ano de idade, divididos em três classes de peso inicial (300, 365 e 395 kg), de vários tipos raciais e abatidos em duas etapas (animais com 365 e 395 kg de peso inicial formaram o grupo um e os animais com 300 kg, o grupo dois), anotaram medidas subjetivas (condição e musculabilidade) e medidas de ultra-som (espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo) para estimar ganho médio diário, área de olho de lombo, espessura de gordura, marmorização e classe de rendimento de carcaça. A maior parte da variação foi explicada pela combinação de raça, peso inicial e dados de ultra-som, quando comparada à avaliação subjetiva sugerindo que as medições de ultra-sonografia de EGS e AOL iniciais podem ser úteis como ferramentas para melhorar a capacidade de predição de uma série de parâmetros das carcaças.

Tait *et al.* (2002) postularam que os parâmetros intrínsecos a cada raça devem

ser conhecidos, como as curvas de crescimento e idades ótimas para coleta de dados, antes que as mensurações de ultra-som sejam usadas para predição de méritos genéticos da carcaça. Segundo Herring *et al.* (1994), existem diferenças substanciais entre *Bos indicus* e *Bos taurus* relativas aos parâmetros de crescimento como, por exemplo, a maturidade fisiológica no período de mensuração. Diferenças nos sistemas de manejo como alimentação à pasto *versus* sistemas baseados em alta utilização de alimentos concentrados, também são fatores importantes.

Shepard *et al.* (1996) estimaram os parâmetros genéticos para as medidas de área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea feitas por ultra-som em 805 touros e 877 novilhas da raça Angus incluindo nas análises informações adicionais de peso a desmama, peso pós-desmama e circunferência escrotal. Foi observado que a seleção para a espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo é possível como demonstra a Tabela 5.

Tabela 5 - Resposta à seleção (Δ) sob um cenário de seleção típica¹

Característica	h^2	σ_p	Δ/ano	% Δ para Média (após 1 geração ¹).	Correlação de Δ/ano e PESDES ² (direta)	Correlação de Δ/ano e PESDES (materna)
EGS, cm	0.56	0.1714	0.022	16.3	0.1402	-0.571
AOL, cm ²	0.11	7.73	0.435	2.80	0.2019	0.0055
PESDES Direta, kg	0.20	28.69	1.83	2.98	-----	-----

¹Seleção massal de 5% dos melhores machos e 50% das melhores fêmeas. Intervalo médio de geração de 4,5 anos.

²EGS = espessura de gordura subcutânea, AOL= área de olho de lombo e PESDES= peso a desmama.

Fonte: Adaptado de Shepard *et al.*, 1996.

Johnson *et al.* (1993), estudando 2.101 Brangus nascidos de 1986 a 1990, estimaram pelo método de máxima verossimilhança restrita (REML), parâmetros genéticos para medidas de ultra-som de área de olho de lombo e espessura de gordura na 12ª costela, medidas a idade e

peso constantes. Os resultados alcançados com a seleção feita através do uso de medidas de ultra-sonografia a uma idade constante teriam ganho um pouco maior que seleção feita através de medidas de ultra-sonografia a um peso constante, como demonstra a Tabela 6.

Tabela 6 - Resposta à seleção baseada em características de medidas de ultra-som a uma idade e peso constante

Característica	h^2_a	σ^2_a	$\Delta G/ \text{gen.}^b$	$\Delta G/ \text{ano}^c$
Idade constante				
AOLDES, cm ²	0.39	6.15	3.43	0.86
AOLANO, cm ²	0.40	7.39	4.23	1.06
EGSANO, cm	0.14	0.094	0.019	0.005
Peso constante				
AOLDES, cm ²	0.36	4.99	2.57	0.64
AOLANO, cm ²	0.39	6.70	3.74	0.94
EGSANO, cm	0.11	0.090	0.014	0.004

^aAOLDES = medida de ultra-som da área de olho de lombo a desmama, AOLANO = medida de ultra-som da área de olho de lombo a um ano de idade e EGSANO = medida de ultra-som da espessura de gordura a um ano de idade

^b $\Delta G/ \text{gen.}$ = ganho genético por geração = $1/2(i_m + i_f) \cdot h_a^2 \cdot \sigma_p$, para i_m = intensidade de seleção para machos = 2,06; i_f = intensidade de seleção para fêmeas = 0,80; h_a^2 = herdabilidade estimada para característica e σ_p = desvio padrão estimado para característica.

^c Intervalo de Gerações = 4 anos

Fonte: Adaptado de Johnson *et al.*, 1993.

Segundo Bang *et al.* (1994), a correlação genotípica existente entre peso corporal do animal vivo e a espessura de gordura subcutânea, medida com ultra-som, foi de 0,78 para 42 touros pesando entre 260 e 650 kg. Esta mesma correlação, na carcaça, foi de 0,77, demonstrando a utilidade da medida de ultra-som.

Em outro estudo, Waldner *et al.* (1992), citado por Johnson *et al.* (1993), informaram que medidas de ultra-sonografia de área de olho de lombo ajustadas para 12 meses e

de espessura de gordura ajustada para 12 ou 16 meses por técnicos qualificados foram precisas o bastante para caracterizar grupos de animais. Eles indicaram que estas medidas poderiam ser usadas com outras medidas dos animais, como peso ou altura de garupa, para identificar animais jovens com composição genética superior. A seleção baseada em características medidas por ultra-som em gado jovem poderia permitir mais rapidamente o progresso genético e o retorno econômico.

Na raça Nelore, Eler *et al.* (1996) relataram as seguintes herdabilidades para peso a desmama ajustado para 205 dias de idade: 0,29 para efeito direto, 0,08 para efeito materno; para peso ao sobreano ajustado aos 550 dias de idade a herdabilidade de 0,30 e para perímetro escrotal de 0,52. Os mesmos autores também descrevem que os escores são valores atribuídos numa escala de 1 (péssimo) a 9 (excelente). O escore de conformação considera o comprimento, a largura, a profundidade e a aparência geral do animal. A precocidade é uma medida da capacidade do indivíduo em armazenar reservas de gordura, indicando ser mais precoce em sua terminação. A musculosidade leva em conta a massa muscular presente no animal, neste estudo os autores encontraram as seguintes herdabilidades para estas avaliações, 0,34 para conformação, 0,29 para precocidade e 0,33 para musculosidade.

Herring *et al.* (1994) e Tait *et al.* (2002) mencionaram que as carcaças *premium* no sistema de classificação americano são baseadas em volume e padrões de qualidade, que são influenciados pela proporções de músculo, gordura e ossos na carcaça. A tecnologia de ultra-som proporciona a oportunidade de mensuração

dessas características e selecionar animais com maiores valores genéticos.

Moser *et al.* (1998), Ritchie (2001) (Tabela 7) e Reverter (2003) estimaram as herdabilidades e correlações genéticas para as características de carcaça para várias raças de animais *Bos taurus*. Consideradas de média-alta herdabilidade em vários estudos, variando de 0,29 a 0,64 dependendo da característica avaliada, sexo e raça, as características de carcaça tiveram sua importância reconhecida pelos programas de melhoramento nas últimas décadas (Wilson *et al.*, 2001). Smith *et al.* (1992) usaram a ultra-sonografia para estimar a espessura de gordura na costela e na garupa em novilhos. A correlação das mensurações por ultra-sonografia da espessura de gordura e destas medidas feitas na carcaça quente é dependente da experiência do técnico que utiliza o aparelho de ultra-som e do processamento da carcaça (Smith *et al.*, 1992). Vários trabalhos têm mostrado correlações de moderadas a alta entre as mensurações feitas por ultra-sonografia e a carcaça processada (Wilson *et al.*, 2001; Moser *et al.*, 1998).

Tabela 7 - Herdabilidades e correlações genéticas das principais características da carcaça, medidas diretamente ou por ultra-sonografia

Características	Direto	Ultra-sonografia	Correlação genética
Marmoreio	0,37	0,37	0,77
Área de Olho de Lombo	0,28	0,36	0,75
Cobertura de gordura	0,24	0,37	0,71
% de rendimento de carne	0,24	0,36	-

Fonte: Ritchie, 2001.

Alguns trabalhos têm sido realizados no Brasil com o objetivo de definir parâmetros genéticos (herdabilidades e correlações genéticas) para raça características de

carcaça da raça Nelore, como o de Yokoo (2005) e Araújo (2003), já que ela é responsável pela grande maioria da

constituição genética do rebanho bovino brasileiro (Tabelas 8 e 9).

Desta maneira, tem sido possível obter estimativas de DEPs para as características de carcaça e definir protocolos para avaliação da raça Nelore.

com mais de quinze mil animais avaliados diretamente (Tabela 4).

Assim, desde 2003, o Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN), incorpora as avaliações para área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura entre a 12^a-13^a costelas (EG) e espessura de gordura na garupa (EGP8),

Tabela 8 - Herdabilidades e correlações genéticas das principais características da carcaça, medidas por ultra-sonografia, em gado Nelore.

Características	AOL	EG	EGP8
Área de olho de lombo	0,35	0,06	-0,04
Espessura de gordura na costela		0,52	0,74
Espessura de gordura na garupa			0,40

Fonte: Yokoo, 2005.

Tabela 9 - Herdabilidades e correlações genéticas das principais características da carcaça, medidas por ultra-sonografia, em gado Nelore.

Características	AOL	EG	EGP8
Área de olho de lombo	0,29	-0,22	-0,23
Espessura de gordura na costela		0,44	0,89
Espessura de gordura na garupa			0,62

Fonte: Adaptado de Araújo, 2003.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Animais e procedimentos de coleta de dados

Foram coletados dados de 1.325 animais (90% de machos inteiros), nascidos no período de setembro de 2002 a junho de 2005, puros de origem da raça Guzerá. As medidas de peso e da carcaça obtidas por ultra-sonografia foram realizadas em animais com idade média de 17,6 meses, estando a amplitude de idade dos animais entre 10 a 32 meses (72% dos animais com idade entre 14 e 20 meses).

As medidas foram coletadas nos anos de 2004, 2005 e 2006, e devido à venda de animais nas fazendas não foi possível obter as medidas em todas as idades para todos os animais. As datas das medidas foram agrupadas da seguinte maneira (Data_M1 - 06/2004, Fazendas 1 e 4; Data_M2 - 09/2004, Fazendas 1, 3 e 4; Data_M3 - 12/2004, Fazenda 1; Data_M4 - 03 e 05/2005, Fazendas 1 e 2; Data_M5 - 07 e 09/2005, Fazendas 1, 2 e 4; Data_M6 - 05/2005, Fazenda 4; Data_M7 - 03/2006, Fazendas 1 e 2; e Data_M8 - 06/2006, Fazendas 2 e 4) para avaliação do seu efeito sobre as características de peso corporal e características da carcaça.

Os rebanhos analisados foram oriundos de 4 fazendas do Estado de São Paulo: Fazenda Perfeita União (21% dos animais) e Fazenda Alvorada (30% dos animais), ambas localizadas no município de Pirajuí; Fazenda Negrinha (9% dos animais), sediada no município de Parapuã; e Fazenda São Judas Tadeu (40% do total de animais), situada no município de Porto Feliz. Nestas fazendas, os tipos de manejo nutricional foram: Manejo 1 - animais em sistema de pastejo; Manejo 2 - animais em sistema de pastejo com suplementação de volumoso; e Manejo 3 - animais confinados com dietas de alta energia.

As regiões das fazendas são predominantemente tropicais úmidas com prevalência de plantas forrageiras das famílias *Brachiaria* e *Panicum* spp e precipitação anual média entre 1.300 a 1.600mm. Todos os animais tiveram livre acesso a água e suplementação mineral durante todo o período experimental. Todas as medidas foram feitas por um técnico credenciado da Aval Serviços Tecnológicos SA.

As informações de área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura na costela (EG) e espessura de gordura na garupa (EGP8) foram coletadas em animais vivos sendo feita uma ou mais medidas por animal (Figura 12). O aparelho utilizado foi o Aloka 500V (Corometrics Medical System, Wallingford, CT) com um transdutor linear de 3,5 MHz com 17,2 cm.

Os animais foram avaliados no músculo *Longissimus dorsi* para medição da área de olho de lombo; espessura de gordura no *Longissimus dorsi* a $\frac{3}{4}$ do comprimento ventral do olho de lombo e entre a 12^a e 13^a costelas (Figura 16); e espessura de gordura na garupa, na junção do músculo *bíceps femoris* e *gluteus médium* entre o ísquio e o íleo, paralelo às vértebras como descrito por Greiner (2003).

As imagens foram digitalizadas e armazenadas por meio de um sistema de captura de imagem (Blackbox, Biotronics, Ames, IA, USA). A digitalização foi feita através do programa Image-J (National Institutes of Health, USA). As coletas a campo e a interpretação das imagens foram efetuadas por técnicos experientes e membros da mesma equipe da Aval Serviços Tecnológicos SA.



Figura 12 - Locais das medidas de ultra-sonografia que foram obtidas nos animais estudados.

Ao se efetuar as leituras ultra-sonográficas, os animais foram contidos em um brete restrito em área fechada na tentativa de oferecer relativo conforto (Figura 13), como sugerido por Tarouco (1997). Conforme enunciado pelo autor, a melhor qualidade

das imagens é obtida quando os animais estão relaxados, uma vez que a excessiva contração pode causar aumento da tensão do músculo *Longissimus dorsi*, interferindo no fluxo sanguíneo normal do músculo e, portanto aumentando a densidade da porção não líquida do tecido.



Figura 13 - Animal sendo preparado com uso de óleo vegetal
Fonte: Figueiredo, 2001.

A primeira medida realizada foi a de AOL. Para isto, o transdutor foi colocado transversalmente ao animal no espaço entre a 12ª e a 13ª costelas (Figura 14) gerando imagens similares às apresentadas na Figura 15.

O perímetro do músculo *Longissimus dorsi* foi obtido através das imagens digitalizadas

que quando analisadas pelo software Image J resultou na área do músculo (Figura 15). Da mesma forma as medidas da espessura de gordura subcutânea foram feitas através da marcação das interfaces superior e inferior das camadas de gordura, e a mensuração linear feita pelo programa (Figura 17).



Figura 14- Varredura ultra-sonográfica do músculo *Longissimus dorsi*.

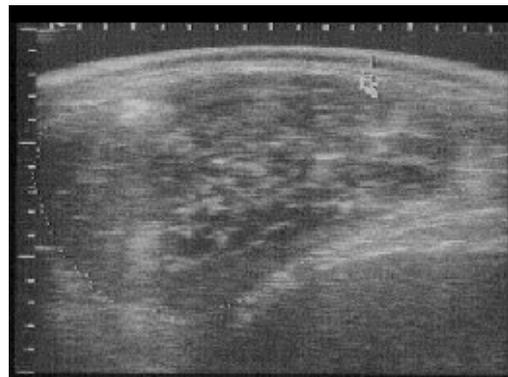


Figura 15 - Imagem do músculo *Longissimus dorsi* em secção transversal e imagem correspondente gerada pela varredura ultra-sonográfica.

A segunda medida foi a de espessura de gordura na costela (EG). O transdutor foi colocado paralelamente à espinha dorsal do animal (Figura 16) gerando a imagem apresentada na Figura 17, na qual se observa a medida localizada entre a 12^a e 13^a costelas.

Por último foi feita a medida de espessura de gordura na garupa (EGP8), na junção do músculo *biceps femoris* e *gluteus medius* entre o ísquio e o íleo.



Figura 16 - Medição da espessura de gordura subcutânea.

Fonte: Figueiredo, 2001.



Figura 17 - Ultra-sonografia de varredura da espessura de gordura no *Longissimus dorsi* a $\frac{3}{4}$ do comprimento ventral do olho de lombo e entre a 12^a e 13^a costelas.

3.2 - Pedigree

Os 1.325 animais do banco de dados final foram produzidos por 960 touros diferentes. A matriz de parentesco completa foi construída pela incorporação de todos os dados de pedigree disponíveis na base de dados do Programa de Melhoramento Genético da Raça Guzerá (PMGRG), da Universidade de São Paulo – Ribeirão Preto e ANCP (Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores). O arquivo de pedigree utilizado para o cálculo da matriz de parentesco continha 6.642 animais.

3.3 - Análise de dados

Análises iniciais foram efetuadas para consistência dos dados e para visualização descritiva das informações. Nesta etapa foram utilizados os procedimentos *Table* e *Means* do SAS[®] (SAS Institute, Cary, NC).

As características avaliadas foram peso corporal, área de olho de lombo, espessura de gordura na costela e espessura de gordura na garupa.

Os efeitos fixos de fazenda, sexo, ano de nascimento, manejo alimentar, data da

medida e da covariável idade (linear e quadrático) foram avaliados usando-se o procedimento GLM (*General Linear Model*) do software SAS® (*SAS Institute, Cary, NC*). Inicialmente cada variável foi testada isoladamente para verificar a importância de seu efeito e posteriormente foram testados modelos mais complexos que incluíram as

variáveis independentes que apresentaram significância estatística quando testadas isoladamente. Para o peso corporal e as características de carcaça o mesmo conjunto de variáveis independentes apresentou significância estatística ($P < 0,05$) quando testadas isoladamente e formaram o modelo como se segue:

$$Y_{ijklm} = \alpha + S_i + F_j + A_k + D_l + M_m + \beta_1 I + \beta_2 I^2 + e_{ijklm}$$

em que,

grupo com o objetivo de minimizar os efeitos

α = constante associada a cada característica;

S_i = efeito do sexo, $i = 1$ (macho) e 2 (fêmea);

F_j = efeito da fazenda, $j = 1$ a 4 ;

A_k = efeito do ano de nascimento, $k = 2002, 2003, 2004$ e 2005 ;

D_l = efeito da data da medida, $l = 1$ a 8 ;

M_m = efeito do tipo de manejo, $m = 1$ (pastagem); 2 (semiconfinamento) e 3 (confinamento);

β_1 = coeficiente de regressão linear da variável dependente sobre idade;

β_2 = coeficiente de regressão quadrático da variável dependente sobre idade;

I = idade do animal;

e_{ijklm} = erro associado a cada observação.

dos fatores de meio.

Os dados foram editados para remoção dos animais sem medidas ou com informações de pedigree inconsistentes.

Na modelagem da característica espessura de gordura na garupa o efeito de idade foi

linear.

3.4 - Grupos contemporâneos

De acordo com a fazenda, o sexo, a data da medida e o manejo alimentar foram formados 43 grupos contemporâneos (GC) com pelo menos dois animais em cada

3.5 - Estimação dos parâmetros genéticos

Os componentes de (co)variância (as herdabilidades e as correlações genéticas) foram estimados por meio de modelo animal uni e bi-características utilizando o método da Máxima Verossimilhança Restrita Livre de Derivada, com o software MTDFREML. Em cada ciclo de iteração, a variância dos

valores do logaritmo da função de verossimilhança no simplex foi calculada. O critério de convergência adotado foi igual ou superior a 10^{-9} . Várias reinicializações foram executadas no sentido de se assegurar a convergência no máximo global da função de verossimilhança.

Os valores iniciais para as análises uni-característica foram obtidos da literatura. Para as análises bi-características, foram utilizados como valores iniciais os parâmetros obtidos nas análises uni-característica (variâncias) e valores da literatura para as covariâncias. Pelo menos dois valores iniciais diferentes foram usados para as variâncias genéticas e fenotípicas.

O modelo geral utilizado na análise, na sua forma matricial, foi o seguinte:

$$y = X\beta + Za + e, \quad \text{em que:}$$

$$Y = X\beta + Z\mu + e, \text{ em que:}$$

- Y = vetor das variáveis dependentes (observações);
- X = matriz de incidência associando elementos β a Y ;
- β = vetor de efeitos fixos;
- Z = matriz de incidência associando elementos de μ a Y ;
- μ = vetor de efeitos aleatórios de valor genético.

y = vetor das variáveis dependentes;

X = a matriz de incidência dos efeitos fixos e covariáveis;

B = o vetor dos efeitos fixos e covariáveis;

Z = a matriz de incidência dos valores genéticos;

a = o vetor dos valores genéticos dos indivíduos;

e = vetor dos erros pressupostos NID ($0, \sigma^2_e$).

Assumiu-se que $E(\mathbf{a}) = \mathbf{0}$ e $\text{Var}(\mathbf{a}) = \mathbf{A}\sigma^2_a$, em que \mathbf{A} é a matriz de parentesco e σ^2_a , o componente de variância genética aditiva.

O modelo genético para as análises uni-características foi:

O modelo genético para as análises bi-características foi:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix}$$

em que,

y_1 = vetor dos registros de medidas da característica 1;

y_2 = vetor dos registros de medidas da característica 2;

β_1 = vetor dos efeitos fixos para a característica 1;

β_2 = vetor dos efeitos fixos para a característica 2;

μ_1 = vetor dos efeitos aleatórios de valor genético para a característica 1;

μ_2 = vetor dos efeitos aleatórios de valor genético para a característica 2;

$X_1(X_2)$ = matriz de incidência associando elementos de $b_1(b_2)$ a $y_1(y_2)$; e

$Z_1(Z_2)$ = matriz de incidência associando elementos de $\mu_1(\mu_2)$ a $y_1(y_2)$.

Quando analisados arquivos de dados com medidas repetidas, o efeito de meio permanente foi incluído no modelo (modelo de repetibilidade).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Avaliação da importância dos efeitos fixos

Como apresentado na Tabela 10, os animais avaliados apresentavam amplitude de idade de 22 meses, ou seja, possuíam idade entre 10 e 32 meses (72% com idade entre 14 e 20 meses). Embora alguns animais estivessem extremamente pesados, a maioria deles (75% do total) estava sob regime de pastejo com suplementação de

volumoso (Manejo = 2), e foram avaliados por volta de 405 kg aos 18 meses de idade. Os animais no grupo de manejo 2 e 3 foram significativamente mais pesados do que os animais no grupo de manejo 1 ($P < 0,01$). A amplitude na espessura de gordura na costela e na garupa mostra o potencial da raça Guzerá para acabamento de carcaça. Normalmente, estes animais não têm a possibilidade de expressar o máximo potencial genético devido à limitada condição nutricional imposta pelas pastagens de clima tropical.

Tabela 10 - Número de observações (n), média das características (μ), mediana (med), desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV), mínimo (Mín) e máximo (Máx) das medidas de ultrassonografia e peso corporal dos animais da raça Guzerá

Variável	n	μ	Med	DP	C.V. (%)	Mín.	Máx
AOL, cm ²	1.319	58,10	57,58	11,62	19,20	26,48	97,62
EG, mm	1.319	2,60	2,24	1,74	46,14	0,87	18,80
EGP8, mm	1.321	3,60	3,14	2,29	42,15	0,87	21,82
Peso, kg	1.325	391	386	78,1	58,4	210,2	684,2

Nas Tabelas 11, 12, 13 e 14 são apresentados resultados das análises dos efeitos fixos sobre a variação das características peso corporal, área de olho de lombo, espessura de gordura na costela e na garupa.

A Tabela 11 mostra os efeitos fixos para peso corporal. Todos os efeitos fixos foram importantes ($P < 0,01$). As variâncias dos

efeitos de ano de nascimento e data da medida foram provavelmente influenciadas pela qualidade das pastagens, a qual é grandemente alterada com o regime pluviométrico relativo a cada ano. Além desse fator, o manejo geral do rebanho intrínseco a cada propriedade também foi responsável pelo efeito de fazenda.

Tabela 11 - Avaliação da importância dos efeitos fixos para o peso corporal

Efeito	Gl	Quadrado médio	Valor F	Pr>F
Fazenda	3	21133,21	7,90	0,0001
Sexo	1	88506,00	33,09	0,0001
Ano de nascimento	3	56799,68	21,24	0,0001
Data da medida	7	260301,01	97,32	0,0001
Manejo	2	102645,63	38,38	0,0001
Idade				
Linear	1	319061,64	119,29	0,0001
Quadrática	1	57787,85	21,61	0,0001

A interpretação desses efeitos deve levar em consideração o fato de os animais destinados ao confinamento serem pré-selecionados e portanto possuírem um componente inflacionado da variância genética aditiva que lhes permitem otimizar os efeitos ambientais. Porém, a superioridade do acabamento das carcaças dos animais confinados mostrada pelas equações de regressão, são semelhantes ao demonstrado por Smith *et al.*, (1992) e Herring *et al.*, (1994), que ao comparar a qualidade da carcaça de animais confinados com animais em sistema de pastejo, concluíram que o nível energético e o balanço de nutrientes fornecido pelas dietas do confinamento propiciam melhores condições para a terminação de bovinos de corte.

Os animais ganharam em média, 330Kg dos 10 aos 32 meses de idade, o que

representa um ganho médio de 500g/dia. O peso corporal médio dos animais submetidos ao manejo 3 foi de 435Kg, seguido pelos pesos dos animais submetidos aos manejos 1 e 2, com 376 e 366Kg, respectivamente.

O peso corporal apresentou um comportamento quadrático em função da idade, sendo o peso máximo (684,2Kg) atingido no grupo dos animais sob o tipo de manejo 3 (confinados). A derivação da equação para peso corporal mostrou que os animais atingiriam o máximo peso aos 45 meses de idade.

Como amplamente discutido na literatura, os machos foram mais pesados do que as fêmeas em 46Kg, diferença de certa forma diminuída pela seleção das fêmeas mensuradas.

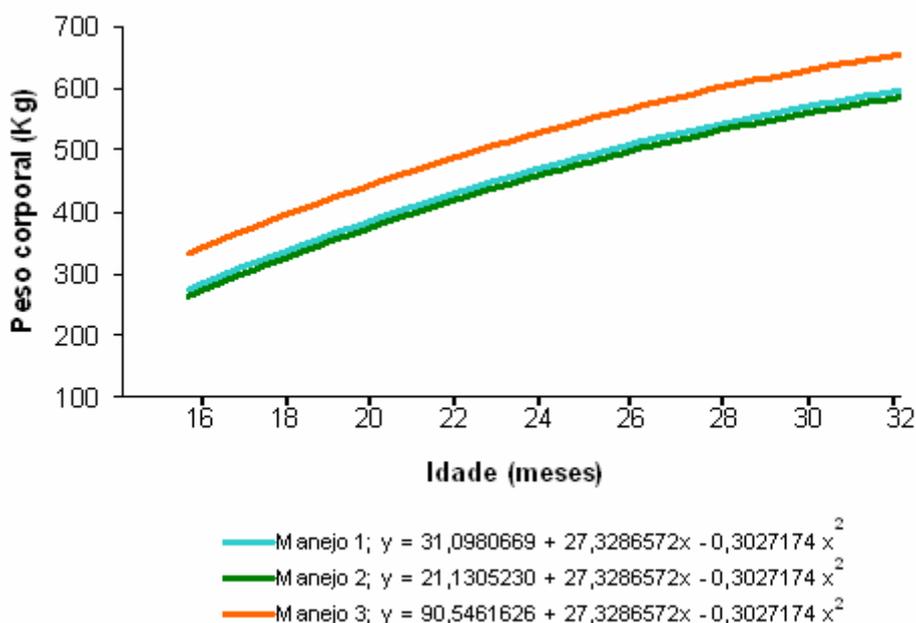


Figura 18 - Gráfico do comportamento do peso corporal (Kg) em função da idade (meses) e do tipo de manejo nutricional.

A área de olho de lombo apresentou variação significativa de acordo com todos os efeitos fixos ($P < 0,01$) de fazenda e sexo (Tabela 12). Como a área do músculo *Longissimus* está diretamente relacionada com o peso corporal, o resultado mostra-se consistente como o apresentado na tabela 11.

Ainda com relação à área de olho de lombo, o efeito de sexo foi significativo ($P < 0,05$),

confirmando o fato de que os animais machos têm maior capacidade de síntese muscular entre a 12ª e 13ª costelas do que as fêmeas. A superioridade dos machos com relação às fêmeas foi de 3 cm².

Os efeitos de fazenda, ano de nascimento e data da medida mostraram que fatores ambientais têm grande influência sobre a qualidade da carcaça dos animais.

Tabela 12 - Avaliação da importância dos efeitos fixos para a área de olho de lombo

Efeito	Gl	Quadrado médio	Valor F	Pr>F
Fazenda	3	284,28	3,73	0,0109
Sexo	1	396,38	5,21	0,0227
Ano de nascimento	3	760,35	9,99	0,0001
Data da medida	7	3275,94	43,04	0,0001
Manejo	2	3183,05	41,82	0,0001
Idade				
Linear	1	6818,07	89,57	0,0001
Quadrática	1	2303,79	30,26	0,0001

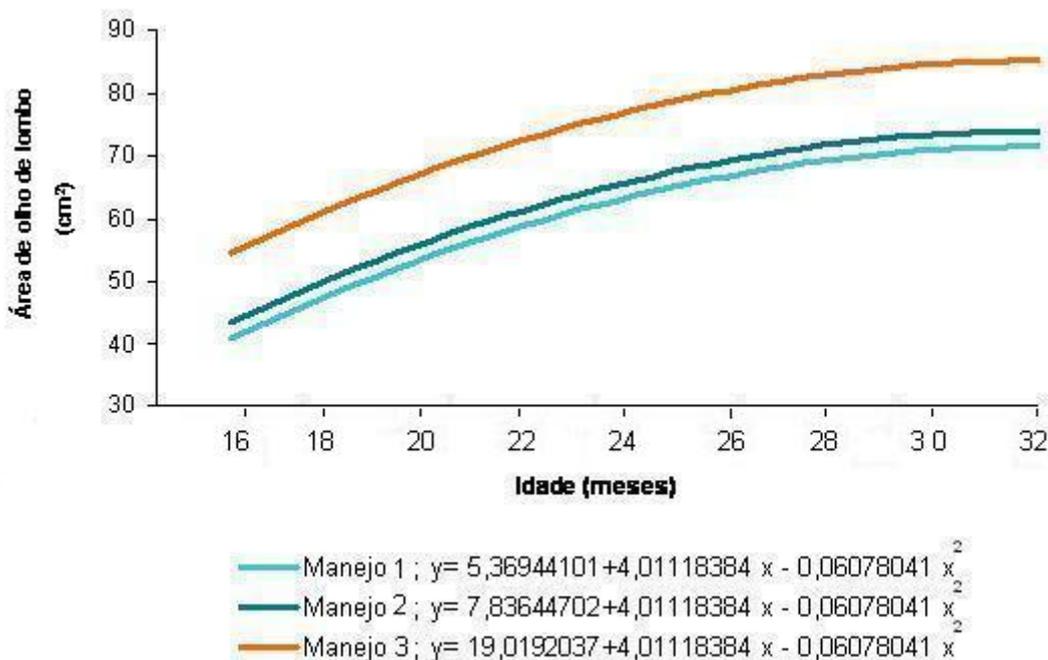


Figura 19 - Gráfico do comportamento da área de olho de lombo (cm²) em função da idade (meses) e do tipo de manejo nutricional.

As medidas de área de olho de lombo também foram influenciadas pelo tipo de manejo ($P < 0,01$), novamente com superioridade para os animais confinados, resultados semelhantes aos encontrados por Figueiredo (2001), e que reforçam a importância do correto manejo nutricional dos animais de corte quando prioriza a produção de carcaças de qualidade.

A idade na qual os animais apresentaram maior área de olho de lombo, obtida pela derivação das equações de regressão, foi de 32 meses.

Nota-se que as mesmas variáveis importantes para peso corporal e área de olho de lombo apresentaram efeito significativo sobre a espessura de gordura

na costela (Tabela 13). Os grupos de manejo foram um dos principais responsáveis pela grande variação na espessura de gordura na garupa, evidenciando um fator positivo para manipulação dessa característica no animal.

Deve-se mencionar que a associação entre as medidas de ultra-sonografia e as de carcaça, no caso da espessura de gordura, aumenta com a diminuição do tempo entre as medidas (Crews *et al.*, 2003), fato que sugere a realização de trabalhos com intervalos mais curtos na obtenção de medidas de ultra-sonografia para que todos os efeitos fixos venham a ser mais bem estudados.

Tabela 13 - Avaliação da importância dos efeitos fixos para a espessura de gordura na costela

Efeito	Gl	Quadrado médio	Valor F	Pr>F
Fazenda	3	22,01	12,52	0,0001
Sexo	1	113,85	64,75	0,0001
Ano de nascimento	3	0,95	4,22	0,0056
Data da medida	7	13,27	7,55	0,0001
Manejo	2	92,67	52,71	0,0001
Idade				
Linear	1	22,24	12,65	0,0004
Quadrática	1	9,75	5,55	0,0187

Com relação à influência do tipo de manejo alimentar, comportamento semelhante ao encontrado para área de olho de lombo foi observado para espessura de gordura na costela, indicando que animais sob uma melhor condição alimentar podem obter maior acúmulo de gordura, o que é semelhante aos trabalhos de Araújo (2003)

e Figueiredo (2001) realizados com animais *Bos indicus*, que estudaram animais da raça Nelore submetidos a diferentes manejos alimentares e concluíram que a melhor qualidade nutricional da dieta permite maior acúmulo de gordura corporal.

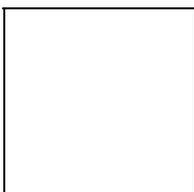


Figura 20 - Gráfico do comportamento da espessura de gordura na costela (mm) em função da idade (meses) e do tipo de manejo nutricional.

A deposição de gordura na costela (Figura 20) também foi influenciada de forma curvilínea pela idade, diferentemente da deposição de gordura na garupa (Figura 21), indicando que há uma idade ótima na qual o animal atinge o máximo de deposição de gordura na costela. Essa idade foi de 30 meses para os animais em estudo.

Ao contrário da espessura de gordura na garupa, a espessura de gordura na costela não foi influenciada pelo ano de nascimento (Tabela 14). Tanto tipo de manejo como

idade do animal tiveram grande influência sobre a espessura de gordura na costela, resultados que são semelhantes ao encontrado por Araújo (2003).

As fêmeas apresentaram 1,66 mm de espessura de gordura na costela a mais dos que os machos. Ball *et al.* (1995) sugeriram que as diferenças metabólicas no *turnover* proteico dos machos contribuem para uma maior exigência proteica e energética, tornando a deposição de gordura subcutânea nas fêmeas mais propensa.

Tabela 14 - Avaliação da importância dos efeitos fixos para a espessura de gordura na garupa

Efeito	Gl	Quadrado médio	Valor F	Pr>F
Fazenda	3	48,66	16,40	0,0001
Sexo	1	208,63	70,32	0,0001
Ano de nascimento	3	8,79	2,96	0,0311
Data da medida	7	42,04	14,17	0,0001
Manejo	2	156,15	52,63	0,0001
Idade	1	136,01	45,84	0,0001
Linear				

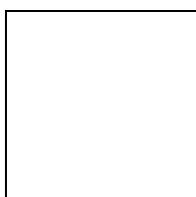


Figura 21 - Gráfico do comportamento da espessura de gordura na garupa (mm) em função da idade (meses) e do tipo de manejo nutricional.

A deposição de gordura na garupa ocorreu de forma mais acentuada do que na costela e de forma contínua na amplitude de idade estudada. Para cada mês de idade houve aumento de 0,14mm de gordura na garupa.

Segundo Luchiari Filho (2000), a gordura é o tecido mais variável na carcaça, tanto quantidade quanto em distribuição.

De acordo com Berg & Betterfield (1986) a deposição de gordura ocorre primeiramente no traseiro e dianteiro, avançando em direção à coluna vertebral.

Em suma, tais resultados são importantes e concordam com os encontrados por Yokoo (2005), uma vez que na geração das DEPs (Diferença esperada na progênie) para as características de carcaça, é de fundamental importância ter sob controle os grupos contemporâneos e de manejo, assim como a padronização da idade da medida de ultra-sonografia, a fim de minimizar a influência destes fatores.

A gordura da costela é depositada mais cedo e de forma mais acentuada do que a gordura da garupa (Araújo, 2003). Tal fato pode ser importante na análise de dados para que os erros de interpretação do potencial de deposição de gordura dos animais sejam minimizados. Porém no presente trabalho, a gordura da costela foi 26% menor do que a gordura da garupa para animais criados sob o mesmo plano de nutrição, sendo a média de espessura de gordura na garupa de 3,66 mm, valor que para condições tropicais encontra-se bastante superior à média nacional. A boa condição das pastagens oferecidas a estes

animais, aliada ao seu potencial de crescimento podem explicar essa diferença.

4.2 - Repetibilidade

Segundo Devitt *et al.* (2001) e Araújo (2003), os valores de repetibilidade para a coleta de imagens de ultra-sonografia e interpretação laboratorial variam de 0,5 a 0,9 mostrando alguma variação entre os trabalhos científicos.

As repetibilidades do peso corporal (0,44), área de olho de lombo (0,39), espessura de gordura na costela (0,75) e na garupa (0,49) são apresentadas na Tabela 15. Os valores encontrados para peso corporal, área de olho de lombo e espessura de gordura na garupa são moderados e estão de acordo com a literatura. O valor estimado para a espessura de gordura na costela (0,75) foi maior do que o observado para a espessura de gordura na garupa e está entre os maiores encontrados na literatura para animais *Bos indicus* (Figueiredo, 2001 e Yokoo, 2005)

Deve-se salientar que estes valores de repetibilidade foram obtidos de dados de ultra-sonografia com intervalos médios de três meses, diferentemente de outros estudos que utilizaram um intervalo de dias ou horas. Portanto, se as estimativas de repetibilidade desse experimento tivessem sido calculadas a partir de medidas obtidas em um intervalo de tempo mais curto, poderiam ter sido ainda maiores.

Tabela 15 - Coeficientes de repetibilidade e erros padrão para peso corporal e medidas de ultra-sonografia em animais da raça Guzerá.

Característica	Repetibilidade
Peso corporal	0,44 (0,10)
Área de olho de lombo	0,39 (0,10)
Espessura de gordura na costela	0,75 (0,06)
Espessura de gordura na garupa	0,49 (0,08)

4.3 - Herdabilidades e correlações genéticas

As estimativas de herdabilidade obtidas de análises uni-características são apresentadas na Tabela 16.

As estimativas de herdabilidade e correlações genéticas e fenotípicas, a partir de análises bi-características são apresentadas na tabela 17.

Os resultados encontrados, com exceção da herdabilidade estimada para a espessura de gordura na costela, estão dentro da amplitude de estimativas obtidas por Moser *et al.* (1998), Ritchie (2001) e Reverter (2003) que estimaram as herdabilidades e correlações genéticas para as características de carcaça para várias raças de animais *Bos taurus*. Estas foram consideradas de média-alta herdabilidade em vários estudos, variando de 0,29 a 0,64 dependendo da característica avaliada, sexo e raça.

Tabela 16 - Estimativas das herdabilidades e erros padrão ($h^2 \pm EP$), variância genética aditiva e variância residual para as características de peso e de carcaça em animais da raça Guzerá obtidas por análise uni-característica

Característica	$h^2 \pm EP$	Variância	
		Genética	Residual
Peso Corporal	0,42 (0,11)	1.099Kg ²	0,15Kg ²
Área de olho de lombo	0,35 (0,09)	23,20cm ²	0,27cm ²
Espessura de gordura na garupa	0,20 (0,08)	0,45mm ²	0,31mm ²
Espessura de gordura na costela	0,05 (0,06)	0,07mm ²	0,20mm ²

Tabela 17 - Estimativas das herdabilidades (diagonal), correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) para as características de peso e carcaça em animais da raça Guzerá obtidas por análise bi-característica

Característica	Peso Corporal	Área de olho de lombo	Espessura de gordura na garupa	Espessura de gordura na costela
Peso Corporal	0,41 (0,11)	0,79 ± 0,09	0,20 ± 0,08	NE *
Área de olho de lombo	0,72	0,34 (0,09)	0,02 ± 0,27	0,05 ± 0,06
Espessura de gordura na garupa	0,31	0,04	0,32 (0,02)	0,64 ± 0,22
Espessura de gordura na costela	0,34	0,09	0,60	0,10 (0,08)

na costela

NE* = não houve convergência para o máximo global.

Tabela 18 - Comparação das estimativas das herdabilidades obtidas por análise uni e bi-características

	Análise Uni-característica	Análise Bi-característica
Peso	0,42 (0,11)	0,41 (0,11)
Área de olho de lombo	0,35 (0,09)	0,34 (0,09)
Espessura de gordura na costela	0,20 (0,08)	0,32 (0,02)
Espessura de gordura na garupa	0,05 (0,06)	0,10 (0,08)

As estimativas de herdabilidades foram semelhantes entre os dois modelos. Especificamente com relação às estimativas obtidas para espessura de gordura na costela e na garupa, observa-se erros-padrão elevados.

Os valores de 0,41 e 0,34 estimados para peso corporal e área de olho de lombo são

próximos aos encontrados por Figueiredo (2001) (0,32 e 0,30) que trabalhou com animais Nelore. Também se equiparam aos estimados por Moser (1998) de 0,29 e 0,38, que utilizou dados de 3.583 animais Brangus. As figuras 22 e 23 ilustram a proporção do efeito genético aditivo direto dessas características.

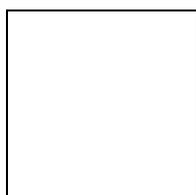


Figura 22 - Proporções da variância total devido aos efeitos genéticos aditivos diretos (h^2) e efeitos residuais (e^2) para peso corporal.

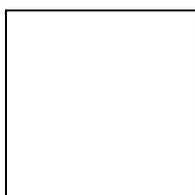


Figura 23 - Proporções da variância total devido aos efeitos genéticos aditivos diretos (h^2) e efeitos residuais (e^2) para área de olho de lombo.

As herdabilidades estimadas para a espessura de gordura na costela (EG) e espessura de gordura na garupa (EGP8) são próximas àquelas estimadas por Moser (1998), e estão representadas nas figuras 24 e 25.

Com relação à espessura de gordura na garupa, a variância genética aditiva foi maior do que para espessura de gordura na costela, tornando esta medida mais perceptível para fins práticos e portanto mais indicada para ser utilizada em programas de seleção.

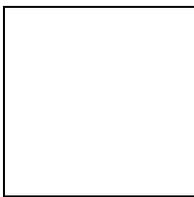


Figura 24 - Proporções da variância total devido aos efeitos genéticos aditivos diretos (h^2) e efeitos residuais (e^2) para espessura de gordura na costela.

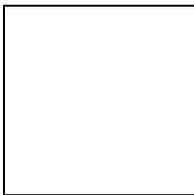


Figura 25 - Proporções da variância total devido aos efeitos genéticos aditivos diretos (h^2) e efeitos residuais (e^2) para espessura de gordura na garupa.

As correlações genéticas entre peso corporal e as características de carcaça tiveram a finalidade de avaliar o impacto da seleção para peso, tradicional nos programas de seleção de bovinos e corte, sobre o mérito de carcaça. O modelo bicaracterístico, ao incluir a área de olho de lombo, estimou correlações genéticas em

0,02 e 0,05, respectivamente para espessura de gordura na costela e na garupa.

Segundo Bang *et al.* (1994), a correlação genotípica existente entre peso corporal do animal vivo e a espessura de gordura subcutânea, medida com ultra-som, foi 0,78 para 42 touros com pesos entre 260 e

650kg. Esta mesma correlação, na carcaça, foi 0,77, maior do que a correlação encontrada na presente pesquisa (0,20) medida na garupa.

As estimativas das correlações genéticas entre o peso corporal e as características de carcaça permitem conjecturar sobre os efeitos que a seleção, tradicionalmente utilizada nos programas de seleção de gado de corte no Brasil, para peso corporal, teria sobre as características de carcaça. Apesar de não haver antagonismo genético entre essas características, e de a seleção para peso corporal estar associada à resposta correlacionada na área de olho de lombo, correspondente a 86,7% da resposta direta, o impacto da seleção para peso corporal sobre a espessura de gordura é pequeno, 22,8% do que seria alcançado pela seleção direta.

Bertrand *et al.* (2001) compilaram dados das correlações genéticas entre área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e gordura intramuscular, em estudos feitos com animais *Bos taurus*, publicados desde 1980 e encontraram correlações genéticas médias de -0,04, -0,21 e -0,01, para espessura de gordura na costela, espessura de gordura na garupa e gordura marmorizada, respectivamente. Reverter *et al.* (2000), estudando as raças Angus e Hereford, encontraram correlações negativas de -0,07 e -0,13 entre área de olho de lombo e espessura de gordura na garupa.

Tal antagonismo genético que leva o animal mais precoce a depositar menor quantidade de gordura, deve ser considerado com cautela uma vez que a redução da gordura corporal ocorre em todas as partes do organismo, o que pode implicar em redução da fertilidade das fêmeas uma vez que uma quantidade mínima de gordura corpórea é necessária para a puberdade e concepção.

A correlação encontrada entre espessura de gordura na costela e na garupa de 0,64 indica que animais que são predispostos a depositar gordura subcutânea, o fazem tanto na garupa quanto na costela. Uma alta correlação também foi estimada por Wilson

(2001), que em experimento com animais *Bos taurus* encontrou valor de 0,74 para este parâmetro. Pode-se inferir a partir desse resultado que um programa de melhoramento busque aumento na espessura de gordura subcutânea possa utilizar somente uma das duas medidas como componente do índice de seleção, desde que a medida mais precisa seja escolhida.

5 - CONCLUSÕES

O sinergismo entre o peso corporal e a área de olho de lombo mostra que a seleção tradicionalmente feita para peso corporal em gado de corte no Brasil teve impacto positivo na melhoria do rendimento de carcaça.

As estimativas de herdabilidade para as características área de olho de lombo e espessura de gordura na garupa, sugerem que se pode obter progresso genético com a seleção.

As estimativas de repetibilidade sugerem que as medidas de ultra-sonografia no animal podem ser tomadas somente uma vez, reduzindo custos e tempo nos programas de melhoramento.

Uma vez estimado os parâmetros genéticos das características de carcaça para a raça Guzerá, torna-se possível a criação de um programa de melhoramento que possa contribuir para o aumento da qualidade da carcaça de animais desta raça.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Meat Evaluation Handbook. American Meat Science Association, Savoy, IL. 2001.

ANUÁRIO da pecuária brasileira. Uma visão do futuro: a pecuária brasileira daqui a dez anos. Anuário da Pecuária Brasileira. 10 ed., 2003, p. 14-30.

ANUÁRIO da pecuária brasileira. A realidade da pecuária brasileira. 11 ed., 2006, p. 12-40.

ARAÚJO, F.R.C. *The use of real-time ultrasound to estimate variance components for growth and carcass traits in Nelore cattle*. 2003. 56f. Dissertação (Mestrado). University of California, Davis.

Associação brasileira dos criadores de zebu (ABCZ). Disponível em: <http://www.abcz.org.br/site/artigos/artigos.php> p. Acesso em :12/08/2006. 2006.

BAILEY, C.M.; JESEN, J.; ANDERSEN, B.B. Ultrasonic scanning and body measurements for predicting composition and muscle distribution in young Holstein x Friesian bulls. J. Anim. Sci., v.63, p.1337-1346, 1986.

BALL, A.J.; THOMPSON, J.M.; HINCH, G.N. *et al.* Feed requirements for maintenance of mature rams and ewes from lines divergently selected for differences in body composition. Proc. of the New Zealand Soc. Anim. Prod. 55:133. University of New England, Armidale, NSW 2351. 1995.

BANG K.S.; YOON, J.K.; KIM, Y.K. Ultrasonic backfat measurement in Korean Native cattle. Korean J. Anim. Sci., v.36, n.4, p. 409-414, 1994.

BARROS, M.A. *Avaliação "in vitro" de carcaças bovinas*. Pirassununga – SP: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP, 1993. (Seminário).

Beef Point: Panorama do Mercado mundial da carne 2002 e 2003. Disponível em: http://www.beefpoint.com.br/bn/especiais/artigo.asp?nv=1&id_artigo=5894&perM=11&perA=2003. Acesso em: 10/10/ 2004.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. *New concepts of cattle growth*. Sydney: Sydney University Press. 1986. 240p.

BERTRAND, J.K.; GREEN, R.D.; HERRING, W.O. Genetic evaluation for beef carcass traits. J. Anim. Sci. v.79, Suppl.E., p. 190–200. 2001.

BOGGS, D.L.; MERKEL, R.A. *Live Animal and Carcass Evaluation and Selection Manual*. Kendall/ Hunt Publishing Co., Dubuque, IA. 1990.

BRETHOUR, J.R. Using serial ultrasound measures to generate models of marbling and backfat thickness changes in feedlot cattle. J. Anim. Sci. 78: 2055-2061. 2000.

BRETHOUR, J.R.; The repeatability and accuracy of ultrasound in measuring backfat of cattle. J. Anim. Sci., v.70, p.1039-1044, 1992.

CENSO Demográfico 2006. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 12/09/2006.

COLE, J. W.; RAMSEY, C.B.; EPLEY, R.H. Simplified method for predicting pounds of lean in beef carcasses. J. Anim. Sci. 21:355. 1962.

CORRÊA, A.N.S. *Gado de Corte: 500 perguntas , 500 respostas*. Brasília- DF: EMBRAPA, 1996.

COSTA, G. Z.; YOKOO, M. J. Ultrasonografia no melhoramento de carcaça. Revista Brangus News. p. 24-27. 2004.

CREWS JR., D.H.; POLLAK, E.J.; WEABER, R.L. Genetic parameters for carcass traits and their live animal indicators in Simmental cattle. J. Anim. Sci. 81: 1427-1433. 2003.

- DEVITT, C.J.B.; WILTON, J.W. Genetic correlation estimates between ultrasound measurements on yearling bull and carcass measurements on finished steers. *J. Anim. Sci.* 79: 2790-2797. 2001.
- ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; SILVA, P.R. Parâmetros genéticos para peso, avaliação visual e circunferência escrotal na raça Nelore, estimado por modelo animal. *Arq. Bras. Méd. Vet. Zootec.*, v.48, n.2, p.203-213, 1996.
- EPLEY, R. J.; HEDRICK, H.B.; STRINGER, W. C. Prediction of weight and percent retail cuts of beef using five carcass measurements. *J. Anim. Sci.* 30:472-480. 1970.
- EXPORTAÇÃO da carne bovina brasileira. SECEX- MDIC. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/secex/opeComExterior/drawback/drawback.php>. Acesso em: 27/11/2006.
- FARO, L. Melhoramento genético de suínos. Jaboticabal – SP: FCAVJ – UNESP, Seminário, 1993.
- FELÍCIO, P.E. Perspectivas para a tipificação de carcaça bovina. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/>. 2006. Acesso em: 12/10/2006.
- FIGUEIREDO, L.G.G. *Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaças feitas por ultra-sonografia em bovinos da raça Nelore*. Dissertação de Mestrado. 67p. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. 2001.
- Food and agriculture organization of united nations: agriculture data. Disponível em <http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture>. 2005. Acesso em 13/10/2005.
- Food and agriculture organization of united nations :global livestock information system and knowledge frame work. Agriculture Department Animal Production and Health Division. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/P1.html>. 2006. Acesso em 13/12/2006.
- GREINER, S.P.; ROUSE, G.H.; WILSON, D.E. *et al.* Accuracy of prediction weight and percentage of beef carcass retail product using ultrasound and live animal measures. *J. Anim. Sci.* v.81, p. 466-473. 2003.
- HARRIS, J.J.; SAVELL, H.R. History of Meat Grading in the United States. Disponível em: <http://meat.tamu.edu/history.html>. Acesso em: 10/09/2005.
- HASSEN, A.; WILSON, D.E.; AMIM, V.R. *et al.* Repeatability of ultrasound-predicted percentage of intramuscular fat in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 77:1335-1340. 1999.
- HERRING, O.; BERTRAND, J.K.; BENYSHEK, L.L. *et al.* Comparison of live and carcass equation predicting percentage of cutability, retail product weight, and trimmable fat in beef cattle. *J. Anim. Sci.* v. 72, p.1107-1118. 1994.
- HERRING, W.O.; KRIESE, L.A.; BERTRAND, J.K. Comparison of four real-time ultrasound systems that predict intramuscular fat in beef cattle. *J. Anim. Sci.* v.76, p.364-370, 1998.
- HOPKINS, D.L.; THOMPSSON, J.M. The relationship between tenderness, proteolysis, muscle contraction and dissociation of actmyosin. *Meat Science*, v. 57, p.1-12, 2000.
- INSTITUTO Nacional de Meteorologia. INMET. Disponível em: <http://inmet.gov.br/index2.html>. Acesso em: 13/09/2006.
- JOHNSON, M.Z.; SCHALLES, R.R.; DIKEMAN, M.E. Genetic parameter estimates of ultrasound-measured longissimus muscle area and 12th rib fat thickness in brangus cattle. *J. Anim. Sci.*, v.71, p.2623-2630, 1993.
- LÔBO, R.N.B.; MADALENA, F.E.; VIEIRA, A.R. Average estimates of genetic parameters for beef and dairy cattle in tropical regions. *Anim Breeding Abstr.*, v.68, n.6 p.433-462, 2000.

- LUCHIARI FILHO, A. Pecuária da carne bovina. São Paulo: 2000. 134 p.
- MOSER, D.V.; BERTRAND, J.K.; MISZTAL, I. Genetic parameters estimates for carcass and yearling ultrasound measurements in brangus cattle. J. Anim. Sci. v.76, p.2542-2548. 1998.
- O uso da ultra-sonografia para avaliação de carcaça bovina. Uberaba: Aval serviços tecnológicos s/s, 2006.
- PAGANINI, R.F.V. *The effect of grazing/feeding periods on the performance, meat quality and economic efficiency of calf-fed. Short-and long-yearling.* M.S. Thesis. Dept. of Animal Science. University of California, Davis.2001.
- PEREIRA, J.C.C. *Melhoramento Genético: bases para a produção do Zebu.* Belo Horizonte: Imprensa Universitária, 1997.159p.
- PERKINS, T.L.; GREEN, R.D.; HAMLIM, K.E. *et al.* Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle: evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area. J. Anim. Sci., v.70, p.2758-2765, 1992.
- PERKINS, T.; RIMAL, A. Evaluation of ultrasonic estimates of fat thickness and *longissimus dorsi* muscle area in de-haired hanging beef carcasses at chain speed. J. Anim. Sci. 81 (Supplement): 315. 2003.
- RENAND, G.; FISHER, A.V. Comparison of methods for estimating carcass fat content f young Charolais bulls in performance testing station. Livest. Prod. Sci. v.51, p.205-313. 1997.
- REVERTER, A.; JOHNSTON, D.J.; FERGUSON, D.M. Genetic and phenotypic characterization of animal, carcass, and meat quality from temperate and tropically adapted beef breeds. Aust. J. of Agric. Res. v.54, p.149-158. 2003.
- REVERTER, A.; JOHNSTON, D.J.; GRASER H. Genetic analyses of live-animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. J. Anim. Sci. 78:1786-1795. 2000.
- REVERTER, A.; JOHNSTON, D.J.; PERRY, D. *et al.* Genetic and phenotypic characterization of animal, carcass, and meat quality traits from temperate and tropically adapted beef breeds. Aust. J. of Agric. Res. v.54, p.119-134. 2003.
- RILEY, D.G.; CHASE JR, C.C.; HAMMOND, A.C. *et al.* Estimated genetic parameters for palatability traits of steaks from Brahman cattle. J. Anim. Sci. v.81, p.54-60. 2003.
- RITCHIE, H. 2001. Available technology tools to produce and deliver final products. Symposium: Using Science and Marketing in Producing and Delivering Value-Added Products in the New Economy. Western Section of the American Society of Animal Science, Bozeman, Montana.
- ROBINSON, D.L.; McDONALD, C.A.; HAMMOND, K. *et al.* Live animal measurement of carcass traits by ultrasound. J. Anim. Sci., v.70, p.1667-1676, 1992.
- ROSEGRANT, M.W.; PAINSNER.M.S.; MEIJER, S. *et al.* 2020 Global Food Outlook. 2001. International Food Policy Research Institute. Washington, D.C.
- SAINZ, R.D.;ARAÚJO, F.R.C.A. Tipificação de carcaças de bovinos e suínos. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, 2001, São Pedro- SP (CD-ROM).
- SAINZ, R.D.; AND OLTJEN, J.W. Improving uniformity of feeder steers using ultrasound and computer modeling. Proc. Western Section, American Society of Animal science. 45:179-181. 1994.
- SAVIANNI, C.M. *Análise de carcaça suína "in vivo".* Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP.1993.(Seminário).
- SHACKELFORD,S.D.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE M. Relationship between shear force and trained sensory panel

tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. J. Anim. Sci. v.73, p.3333-3340.1995.

SILVA, I.S. *Componentes de (co) variância e parâmetros genéticos para características de crescimento de bovinos da raça Guzerá usando diferentes estratégias de análise*. Piracicaba, 2004. 93 f. Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.

SHEPARD ET, H.H.; GREEN, R.D.; GOLDEN, B.L. *et al.* Genetic parameter estimates of live animal ultrasonic measures of retail yield indicators in yearling breeding cattle. J. Anim. Sci. v.74, p.761-768, 1996.

SMITH, M.T.; OLTJEN, J.W.; DOLEZAL, H.G. Evaluation of ultrasound for prediction of carcass fat thickness and *longissimus* muscle area in feedlot steers. J. Anim. Sci. v. 70, p.29-37. 1992.

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

TAIT, J.R.; ROUSE, G.H.; WILSON, D.E. Predicting percent retail product in beef cattle. 2002. Proc. 34th Annual BIF meeting conference. Disponível em: <http://beefimprovement.org/proceedings/tait.html>. Acesso em 12/18/2005.

TAROUCO, J.U. Curso em ultra-sonografia para avaliação corporal em bovinos de corte. 1,1997, Uruguaiana, Anais..., Uruguaiana: PUC-RS, 1997.

ULTRASOUND scanning: application of real-time ultrasound to improvements programs. 6ed. Beef Improvement

Federation,1996. p. 155-158. (Guidelines for uniform beef improvements programs).

ULTRASOUND scanning to measure body composition. 8ed. Beef Improvement Federation, 2002. p. 37-41. (Guidelines for uniform beef improvements programs).

United States standards for grades of carcass beef (USDA). Disponível em: <http://meat.tamu.edu/pdf/beef-car.pdf>. Acesso em: 19/11/2005. 1997.

WALDNER, D.N.; DIKEMAN, M.E.; SCHALLES, R.R. *et al.* Validation of real-time ultrasound technology for predicting fat thickness, longissimus muscle area, and composition of Brangus bulls from 4 months to 2 years age. J. Anim. Sci., v.70, p.30-44, 1992.

WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. Effect of USDA quality grade on palatability of "Tender" beef longissimus when cooked well done. Journal of Animal Science. v.77, p.882-888. 1999.

YOKOO, M.J. *Estimativas de efeitos genéticos e ambientais para características de carcaça medidas pelo ultra-som em bovinos da raça Nelore*. 2005. 89f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Faculdade de ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista (UNESP).

WILSON, D.E. Application of ultrasound for genetic improvement. J. Anim. Sci. v.70, p.973-983. 1992.

WILSON, D.E.; ROUSE, G.H.; HAYS, C.L. Carcass EPDs from Angus heifer real-time ultrasound scan. Beef Research Report. A.S. Leaflet R1736. Cooperative Extension Service, Iowa State Univ., Ames. IA. 2001.