

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**INFERÊNCIA BAYESIANA NO ESTUDO GENÉTICO  
QUANTITATIVO DE CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA,  
UTILIZANDO A TÉCNICA DE ULTRA-SONOGRAFIA E SUAS  
RELAÇÕES COM PESO E PERÍMETRO ESCROTAL, EM  
NOVILHOS DA RAÇA NELORE**

Vanessa Barbosa

Orientador: Prof. Dr. Cláudio de U. Magnabosco

**GOIÂNIA - GO**

**2005**

VANESSA BARBOSA

**INFERÊNCIA BAYESIANA NO ESTUDO GENÉTICO  
QUANTITATIVO DE CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA,  
UTILIZANDO A TECNICA DE ULTRA-SONOGRAFIA E SUAS  
RELAÇÕES COM PESO E PERÍMETRO ESCROTAL, EM  
NOVILHOS DA RAÇA NELORE**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação da  
Escola de Veterinária da  
Universidade Federal de Goiás, para  
obtenção do Título de Mestre em  
Zootecnia, na Área de Concentração  
em Produção Animal.

**Área de Concentração:**  
Produção Animal

**Orientador:**  
Prof. Dr. Cláudio de U. Magnabosco

**GOIÂNIA - GO**  
**2005**

INFERÊNCIA BAYESIANA NO ESTUDO GENÉTICO  
QUANTITATIVO DE CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA,  
UTILIZANDO A TÉCNICA DE ULTRA-SONOGRAFIA E SUAS  
RELAÇÕES COM PESO E PERÍMETRO ESCROTAL, EM  
NOVILHOS DA RAÇA NELORE

**VANESSA BARBOSA**

Dissertação defendida e aprovada em 23 de março de 2005 pela Banca  
Examinadora constituída pelos professores:

---

Prof. Dr. Cláudio de Ulhôa Magnabosco  
Orientador

---

Prof. Dr. João Teodoro de Pádua  
Membro

---

Prof. Dr. Raysildo Barbosa Lôbo  
Membro

## **DEDICAÇÃO**

Decido este trabalho ao meu Pai, que embora hoje não esteja presente fisicamente, sempre fez o possível e impossível para que eu alcançasse meus objetivos. E posso dizer com certeza, que neste momento, ele também está realizando um sonho.

## **AGRADECIMENTOS**

De certa forma se eu fosse citar todos os nomes a quem eu devo um muito obrigado, seria injusta, pois felizmente, Deus colocou pessoas muito especiais no meu caminho, e sempre, sempre, Que eu precisei alguém me deu a mão.

Agradeço a Deus, pelo dom e pela oportunidade de estudar.

Meus agradecimentos muito especiais a minha mãe, meus irmãos e irmãs, e amigos que estão sempre comigo em todos os momentos da minha vida. Amo todos vocês!

Um muito obrigada, principalmente, a minha mãe que embora não esteja do meu lado, o incentivo dela, mesmo que por telefone, foi fundamental.

Meus sinceros agradecimentos ao meu amigo e orientador Prof. Dr. Cláudio Magnabosco, não tenho palavras para expressar e agradecer tudo que você fez por mim. Sinceramente muito obrigada pelos ensinamentos, orientações e conselhos. Te dedico, de coração.

À Embrapa Arroz e Feijão e Cerrados pela oportunidade, ensinamentos e apoio logístico.

A Companhia Comercial OMB pelo fornecimento dos dados e Aval Serviços Tecnológicos pela coleta e processamento das imagens.

Agradeço também ao Prof. Dr. Roberto Sainz pelas oportunidades e ensinamentos, e ao Médico Veterinário Fabiano Araújo, que é uma pessoa que eu adoro, e sem eles seria impossível a realização deste trabalho.

Aos professores (as) e funcionários da pós-graduação da Universidade Federal de Goiás.

A minha grande amiga Carina Ubirajara de Faria que é uma pessoa fantástica e que me ajudou muito neste trabalho. Carina, muito obrigada pela paciência e amizade.

Agradeço ao Prof. Dr. Raysildo Barbosa Lobo, Prof. Luiz Bezerra e toda a equipe da USP, pela ajuda na organização da base de dados.

Agradeço ao pessoal do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore – PMGRN – Nelore Brasil.

Ao meu amigo Marcos Yokoo pela ajuda e pelos trabalhos que me enviou. Valeu Laranja!!!

A minha grande amiga Eliandra pela tentativa de me ajudar com as análises, embora ela soubesse menos do que eu.

Aos meus amigos da Embrapa, aos que trabalham diretamente comigo e aqueles que só passam por mim. Em especial ao pessoal da equipe do projeto PILP, que me suportou e me deu força durante as horas difíceis, obrigada..., Eli, Edson, Maria Auxiliadora, Cleiton, Vinicius, Luciano Muniz, Carlos Eduardo, Márcia, Naira.

Obrigada ao meu grande amigo Hélios Santos, pela amizade que tem demonstrado.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

Obrigada a todas as pessoas que trabalham comigo, me ajudaram e me inspiraram. Vocês contribuíram para realização deste trabalho. Decido a todos vocês....

**MUITO OBRIGADA!!!!!!!!!!!!**

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	5
2.1. Objetivo Geral	5
2.2. Objetivos Especificos	5
3. REVISÃO DE LITERATURA	6
3.1. Situação do mercado de carne brasileira	6
3.2. Histórico do ultra-som no Brasil e funcionamento	8
3.3. Utilização do ultra-som para medidas de carcaça	9
3.4. Acuracia das medidas de ultra-sonografia	13
3.5. Estimação dos componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para características de carcaça	16
3.6. Características de crescimento	21
3.6.1 Peso	21
3.6.2 Perímetro Escrotal	23
3.7. Metodologia Genética Estatística	24
4. MATERIAL E MÉTODOS	28
4.1. Coleta de Dados	28
4.2. Análise de Dados	29
4.3. Estimação dos componentes de (co)variância	29
4.4. Modelo	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Índices zootécnicos médios do rebanho brasileiro	01
2. Principais exportadores mundiais de carne bovina (mil t, equivalente carcaça)	02
3. Principais importadores mundiais da carne bovina brasileira (mil t, equivalente carcaça)	07
4. Preferência por carne no Brasil e no mundo	08
5. Herdabilidades e correlações genéticas das principais características da carcaça, medidas diretamente ou por ultra-sonografia.	12
6. Comparação entre medidas de carcaça, através de ultra-som, em animais vivos e logo após o abate, suspensos no gancho.	14
7. Coeficientes de correlação entre medidas reais e de ultra-sonografia da espessura da gordura (EG) e da área de olho de lombo (AOL).	15
8. Médias e desvios padrão (EP) dos técnicos e equipamentos para as medidas de área do músculo <i>Longissimus dorsi</i> e espessura de gordura	15
9. Estimativas de Componentes de variância e herdabilidades para características medidas através de ultra-sonografia (Peso Constante)	17
10. Estimativas de componentes de (co) variância para características de crescimento, precocidade sexual.	18
11. Resposta de seleção das características de carcaça em idade e peso constante.	18
12. Estimativas de herdabilidades para características de carcaça (literaturas publicadas entre 1980 e 2000).	20
13. Estatística descritiva das características de crescimento e de carcaça dos animais envolvidos neste estudo.	33



- |     |   |    |
|-----|---|----|
| 14. | Estimativas de médias posteriores dos componentes de (co) variância e parâmetros genéticos das características de carcaça e crescimento, utilizando a Amostragem de Gibbs, a partir de valores iniciais não informativos ( $v=0$ ) em análise unicarater. | 36 |
| 15. | Estimativas de médias posteriores dos componentes de (co) variância e parâmetros genéticos para características de crescimento e carcaça, obtidas através de análise bicarater.   | 42 |

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>Página</b>
1. Histogramas das estimativas de densidades posteriores de parâmetros genéticos (herdabilidade) para peso, perímetro escrotal (PE), espessura de gordura de cobertura entre a 12 <sup>o</sup> e 13 <sup>o</sup> costela (EG) e espessura de gordura na garupa (P8).	40
2. Histogramas das estimativas das distribuições posteriores do coeficiente de herdabilidade da característica AOL, utilizando GS, a partir de valores iniciais não informativos ( $v=0$ ), em análise bicarater.	47
3. Histogramas das estimativas das distribuições posteriores do coeficiente de herdabilidade da característica EG, utilizando GS, a partir de valores iniciais não informativos ( $v=0$ ), em análise bicarater.	49
4. Histogramas das estimativas das distribuições posteriores do coeficiente de herdabilidade da característica P8, utilizando GS, a partir de valores iniciais não informativos ( $v=0$ ), em análise bicarater.	51
5. Histogramas das estimativas das densidades posteriores das correlações genéticas entre as características de crescimento e carcaça.	52
6. Histogramas das estimativas das densidades posteriores das correlações genéticas entre as características de crescimento e carcaça.	53

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi testar e validar o método da Amostragem de Gibbs (GS) como ferramenta de estimação de componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para características de carcaça (área de olho de lombo - AOL, espessura de gordura medida entre a 12<sup>o</sup> e 13<sup>o</sup> costela - EG e espessura de gordura medida na garupa - P8), crescimento (peso) e reprodutiva (perímetro escrotal -PE) em animais da raça Nelore. O banco de dados foi fornecido pelo Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore - PMRGN - Nelore Brasil. O arquivo contém informações de carcaça e crescimento de bovinos da raça Nelore, que foram criados e recriados em pastagens de *Brachiaria decumbens* e *brizantha* na Fazenda Guaporé Pecuária, pertencente à empresa Companhia Comercial OMB. O arquivo final de dados, após o trabalho de consistência, possuía 1.697 animais machos, nascidos de 2000 a 2003, filhos de 74 touros e possuíam, no momento da coleta, idades variando entre 15 e 19 meses. As imagens foram obtidas nos animais vivos, em dois locais diferentes, na área de olho de lombo (entre a 12<sup>o</sup> e 13<sup>o</sup> costela) e na garupa (entre o ílio e ísqueo). Além das medidas de ultra-som foram registrados, no mesmo dia, o peso vivo e o perímetro escrotal. Os componentes de (co)variância necessários à obtenção dos parâmetros genéticos foram estimados pelo método da Amostragem de Gibbs, com aplicação do programa MTGSAM (*Multiple Trait using Gibbs Sampler under Animal Model*). O modelo proposto incluiu três efeitos fixos, para as características de crescimento (peso), precocidade sexual (perímetro escrotal), e para as características de qualidade da carcaça (espessura de gordura e área do músculo *Longissimus dorsi*). Para essas análises usando MTGSAM para obtenção das estimativas dos componentes de (co) variância e parâmetros genéticos foi utilizado na implementação de GS, o esquema de cadeia longa (200.000 ciclos), valores iniciais não informativos, descarte amostral de 20.000 ciclos, e intervalo amostral de 100 ciclos. As estimativas de coeficiente de herdabilidade para todas as características em estudo apresentaram amplitude de média a alta: AOL (0.64), EG (0.41), P8 (0.65), PESO (0.56) e PE (0.61), em análise unicarater, sendo encontrados valores similares nas análises bicarater. Foram encontradas estimadas de correlação genética positiva entre AOL e PESO (0.49), AOL e PE (0.25), AOL e EG (0.17), AOL e P8 (0.11), EG e PESO (0.23), EG e P8 (0.54), PESO e PE (0.36) e correlação positiva baixa entre P8 e PE (0.09), e EG e PE (0.06).

Os resultados obtidos nesse estudo são similares aos trabalhos revisados, concluindo que as características AOL e EG medidas por meio da técnica de ultra-sonografia apresentam herdabilidade média-alta e variabilidade genética suficientes para serem incorporados em programas de melhoramento genético.

Palavras chaves: Carcaça, GS, Nelore, Parâmetros genéticos, Ultra-sonografia.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the method of Gibbs Sampling (GS) as a tool to estimate the components of (co)variance, variance and genetic parameters for carcass (*Longissimus* muscle area – AOL), fat thickness over 12 and 13 rib - EG and rump fat thickness –P8), and of growth traits (weight and scrotal circumference) in animals of the Nelore breed. The dataset was supplied by the Program of Genetic Improvement of the Nelore Breed–PMRGN–Nelore Brazil. The file contained information of carcass and growth traits of Nelore cattle, raised on pastures of *Brachiaria decumbens* and *brizantha* in Guaporé Pecuária Ranch, belonging to the OMB Enterprise. The final dataset, after all the consistence work, contained 1.697 males, born from 2000 to 2003, sired by 74 different sires, and in the moment of the collection, age ranging from 15 to 19 months. The images were obtained in two different places, at *Longissimus* muscle area and rump. Records of weight and scrotal circumference were recorded, in the same day that the images of ultrasound were collected. The (co)variance and covariance components and genetic parameters were estimate using the method of Gibbs Sampling, with application of the program MTGSAM (Multiple Trait using Gibbs Sampler Animal under Model). The proposed model included three fixed effects, for the growth characteristics (weight), sexual precocity (scrotal circumference), and for carcass traits (fat thickness and area of the muscle *Longissimus dorsi*). For implementation of GS, a length chain (200.000 rounds), values initials non informative, burn in of 20.000 rounds, and thinning interval of 100 rounds were used. The estimates of heritability for all the traits in this study presented moderate to high values; AOL (0.64), EG (0.41), P8 (0.65), WEIGHT (0.56) and PE (0.61), in analysis one single trait, and the values were similar in two trait model. Genetic correlation estimates were between AOL and WEIGHT (0.49), AOL and PE (0.25), AOL and EG (0.17), AOL and P8 (0.11), EG and WEIGHT (0.23), EG and P8 (0.54), WEIGHT and PE (0.36) and correlation between P8 and PE (0.09), and EG and PE (0.06). The results obtained in this study were similar to those reported by various studies available in the literature. The traits AOL and EG measured by ultrasound showed and amount of additive genetic variability sufficient to recommend their incorporation as selection criteria in genetic improvement programs.

Key words: Carcass, GS, Nelore, Genetic Parameters, Ultrasound

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura e a pecuária são segmentos de suma importância para o sustento e desenvolvimento da economia nacional. Embora existam diversas deficiências nos segmentos da cadeia produtiva da carne bovina, conforme pode ser observado pelos índices zootécnicos apresentados na Tabela 1, sua importância para o agronegócio brasileiro é incontestável.

O Produto Interno Bruto (PIB) da pecuária bovina brasileira é de aproximadamente 16 bilhões de dólares, e incorpora em toda sua cadeia produtiva, cerca de 7,0 milhões de pessoas (ANUALPEC, 2003).

Tabela 1. Índices zootécnicos médios do rebanho brasileiro.

Índice	Média brasileira
Natalidade (%)	60
Mortalidade até a desmama (%)	8
Taxa de desmame (%)	54
Mortalidade pós-desmame (%)	4
Idade à 1º cria (anos)	4
Intervalo entre partos (meses)	21
Idade ao abate (anos)	4
Taxa de abate (%)	17
Peso da carcaça (kg)	200
Rendimento de carcaça (%)	53
Taxa de lotação (UA/ha)	0,54
Ganho em peso(kg/ ha)	64

Fonte: ZIMMER e EUCLIDES FILHO (1997)

Diante desta realidade, todos os segmentos envolvidos na atividade pecuária devem desempenhar suas funções da forma mais eficiente possível. O primeiro passo de qualquer sistema de produção é a escolha da matéria prima a ser utilizada, desta forma, na pecuária de corte, é fundamental a seleção e utilização de animais com potencial genético para produção de carne.

Alguns fatores como a maior intensidade da seca na Austrália, que ocasionou uma queda de produção, e conseqüentemente uma menor participação

desta no mercado e problemas sanitários nos EUA e Europa, permitiram a abertura de novos mercados para o Brasil, que fechou 2003 como maior exportador de carne bovina do mundo (Tabela 2).

Estes países possuem áreas destinadas à produção de bovinos de corte relativamente menores que a do Brasil, no entanto tiveram a competência política, produtiva e empresarial para se tornarem os maiores exportadores de carne bovina do mundo. Para que o Brasil possa se manter na posição de maior exportador, deverá melhorar a qualidade de seu produto e atender as exigências dos consumidores.

Tabela 2. Principais exportadores mundiais de carne bovina (mil t, equivalente carcaça).

<b>Países</b>	<b>2003</b>	<b>2002</b>	<b>2001</b>
Brasil	1.200	755	582
Estados Unidos	1.150	1.071	1.072
Austrália	1.135	1.236	1.270
Canadá	430	579	520
Nova Zelândia	475	430	470
União Européia	450	500	500
Índia	290	240	300
Argentina	280	300	140
Uruguai	260	215	130
Ucrânia	140	133	120
Total Mundial	5.991,3	5.875,7	5.104,0

Fonte: FAO (2003).

Foram constatadas mudanças significativas nos diversos mercados, exigindo desta forma, uma intensificação dos sistemas de produção. Um dos maiores problemas da indústria da carne bovina do Brasil reside na falta de uniformidade em idade de abate dos animais, cobertura de gordura e marmorização da carne, fatores estes que exercem grande influência na qualidade da carne. Diante destes fatores, para atender os mercados internos e externos, existe a necessidade de se produzir animais que tenham uma boa

qualidade de carcaça, apresentando entre outras características, maior rendimento de cortes comerciais e uma boa cobertura de gordura.

Para isso é necessário um estudo mais detalhado das características de carcaça da raça Nelore em virtude de sua significativa participação na bovinocultura de corte brasileira. A partir do momento que se tenham informações consistentes dos valores genéticos e habilidade de transmissão de genes das características relacionadas à qualidade da carcaça é possível a seleção e utilização de uma matéria prima mais apropriada para obtenção do produto final, a carne.

O rebanho bovino brasileiro é estimado em 172 milhões de cabeças, com 80% deste efetivo representado pelas raças zebuínas criados de forma extensiva, e neste contexto a raça Nelore tem grande destaque (ANUALPEC, 2002), sendo que a raça zebuína tem sido amplamente estudada visando a melhoria de suas características de importância econômica.

Vários países, inclusive o Brasil, contemplam em seus programas de melhoramento genético, a avaliação genética para características relacionadas à qualidade da carcaça, no qual é utilizada a tecnologia do ultra-som para obtenção dessas medidas, por ser uma forma rápida, barata e possível de ser realizada no animal vivo. Na maioria desses programas são consideradas as medidas de espessura de gordura, por ser de suma importância no processamento da carne, tanto na indústria como na residência do consumidor, e a área do músculo *Longissimus dorsi*, por apresentar correlação com rendimento da carcaça e com a porção comestível da mesma.

Dessa forma, em um programa de melhoramento genético é indispensável o conhecimento dos componentes de variância envolvidos e das fontes de variação ambientais das características a serem trabalhadas. Tais informações são essenciais para obtenção de estimativas de parâmetros genéticos.

A confiabilidade e qualidade dos resultados gerados dependerão da idoneidade das informações coletadas e do método utilizado para análise dessas informações, sendo importante a atualização dos métodos e metodologias utilizadas para obtenção dos componentes de variância e parâmetros genéticos das características estudadas.

Vários estudos englobando diversos métodos e modelos para estimação dos componentes de variância e parâmetros genéticos são realizados constantemente. Recentemente, além dos métodos frequentistas, métodos Bayesianos passaram a ser utilizados como opção para solução dos problemas relacionados à avaliação genética animal. Segundo MAGNABOSCO *et al.* (2001) a aplicação de métodos de Markov Chain Monte Carlo – MCMC, destacando-se a Amostragem de Gibbs, pode ser utilizada como ferramenta para estimação de componentes de (co)variância e parâmetros genéticos utilizando dados de campo.

O objetivo deste estudo foi aplicar o método da Amostragem de Gibbs (GS) como ferramenta de estimação de componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para características de carcaça, área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura medida entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela (EG) e espessura de gordura medida na garupa (P8), e para a característica peso e perímetro escrotal (PE) em animais da raça Nelore.



## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

- Aplicar o método da Amostragem de Gibbs – GS na estimação de componentes de (co)variância e parâmetros genéticos de características da carcaça, crescimento e reprodutiva, em um rebanho da raça Nelore.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar componentes de (co)variância para características relacionadas à qualidade da carcaça (área do músculo *Longissimus dorsi* - AOL e espessura de gordura de cobertura mensurados entre as 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas - EG e na garupa - P8, e características de crescimento (peso) e reprodutivas (PE).
- Estimar coeficiente de herdabilidade das características de carcaça e as correlações genéticas entre as características de carcaça e de crescimento, com o intuito de subsidiar os critérios de seleção nos programas de melhoramento genético.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1. SITUAÇÃO DO MERCADO DA CARNE BOVINA BRASILEIRA**

A cadeia produtiva de carne bovina compreende um conjunto de componentes, dos diferentes sistemas produtivos, fornecedores de insumos, indústrias e processamento, distribuição e comercialização de produtos e subprodutos, e seus respectivos consumidores finais. O objetivo final dessa cadeia é o de suprir o consumidor final de produtos com qualidade e quantidade compatíveis com suas necessidades e a preço acessíveis, ou seja, de forma competitiva (BLISKA e GONÇALVES, 1998).

O mercado brasileiro vem se impondo competitivamente no mercado mundial de carne bovina devido a sua capacidade de produção a baixo custo, um grande potencial de crescimento em sistemas extensivos, inclusive com produtividade e qualidade crescentes (PINEDA, 2001). Entretanto, vários fatores têm dificultado o crescimento das exportações de carne bovina brasileira, destacando-se: barreiras sanitárias, falta de uniformização de peso e idade e falta de acabamento das carcaças.

O Brasil passou a integrar o mercado internacional de carne como exportador em 1914, a partir da 1ª Guerra Mundial (PARDI *et al.*, 1996). Porém, até o momento, dos cinco maiores exportadores mundiais de carne, somente o Brasil não faz classificação de carcaça de forma padronizada, apesar de existir um sistema de tipificação de carcaça conhecida pela sigla BRASIL. No sistema BRASIL são considerados os seguintes itens: sexo, maturidade, conformação, acabamento e peso de carcaça (BRASIL, 1990). Tal sistema de tipificação de carcaças foi criado com o intuito de obedecer aos itens citados acima, conforme a legislação em vigor na Portaria nº 612, de 05/10/1969, publicada no Diário Oficial da União de 10/10/89 (PARDI *et al.*, 1996).

Não obstante as deficiências decorrentes da falta de padronização das carcaças, o mercado brasileiro de exportação tem aumentado bastante. Em 2001 o Brasil exportava carne bovina para 40 países, atualmente são 104 países (PEDROSO *et al.*, 2003). Segundo estatísticas do ANUALPEC (2003) 25% do

produto interno bruto nacional são provenientes do setor agropecuário, o que demonstra claramente a importância e o potencial desta atividade.

Os países da União Européia são o principal destino das exportações do Brasil (cerca de 70%), sendo que o principal importador em 2003 foi o Reino Unido, e em seguida o Chile. Outros mercados importantes, porém de carne industrializada, são os países da América do Norte (Estados Unidos e Canadá), além do Oriente Médio e Ásia que iniciaram suas importações (ROCHA e FRANCO, 2004). Os frigoríficos que produzem e exportam carnes industrializadas são poucos, pois são necessárias adequações na linha de produção, que requerem investimentos elevados (MIRANDA E MOTTA, 2001). É importante ressaltar que determinados produtos, a exemplo da carne enlatada, são exclusivamente para exportação, não havendo mercado interno (MIRANDA E MOTTA, 2001).

A indústria da carne vermelha tem evoluído devido a competição com as carnes brancas, principalmente suínos e aves (SAINZ *et al.*, 2003). No mundo, o destaque é para consumo de carne suína, com 44% da preferência, seguida pelas aves, com 29%, e o terceiro lugar para a carne bovina, com 27%. Já no Brasil a primeira opção é carne bovina, é a preferência de 48,6% da população (AZEVEDO, 2004).

Há quinze anos para produzir 1kg de frango gastava-se 2,3 kg de ração e abatia-se a ave com 56 dias, com peso médio de 1,8 kg. Hoje, com a utilização do biótipo ideal, não se gasta mais do que 1,8 kg de ração para produzir, em no máximo 40 dias, um frango de 2,20 kg de peso vivo (LAZZARINI NETO, 2000).

Diante das exigências mercadológicas, o que se tem feito são pesquisas que objetivam ofertar aos frigoríficos, carcaças de bovinos selecionadas quanto ao peso, qualidade e preço, para que possam ser competitivas. Existe uma ampla diversidade de exigências dos países compradores nas questões sanitárias, preferências de consumo e de padrões de cortes, características que influenciam nos preços e volume de exportação.

### 3.2. HISTORICO DO ULTRA-SOM NO BRASIL E FUNCIONAMENTO

Embora seja recente a utilização da tecnologia de ultra-sonografia para obtenção de medidas de carcaça em animais domésticos no Brasil, segundo vários trabalhos (PERKINS *et al.*, 1992; WILSON, 1992; GREISER *et al.*, 2003; SAINZ *et al.*, 2003) ela tem sido utilizado em outros países, a cerca de 50 anos, na determinação da composição da carcaça em animais vivos. A ultra-sonografia começou a ser trabalhada em gado de corte na década de 50 pelo Dr. James Stouffer, na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos (SAINZ e ARAÚJO, 2002).

O objetivo principal da utilização da técnica de ultra-sonografia é obter de uma forma rápida e barata, informações da carcaça que permitam a avaliação da composição corporal de animais vivos, e desta maneira subsidiar a seleção visando animais com carcaças uniformes e específicas para determinados mercados (TAROUÇO, 2004).

O ultra-som é baseado no princípio da emissão de ondas de alta frequência e velocidade imperceptível ao ouvido humano, passando através do tecido animal. De acordo com o tipo de tecido, a emissão do som sofre uma resistência distinta, em que uma parte das ondas retorna na forma de eco até o transdutor encostado no animal, esses sinais são recuperados, amplificados e projetados em um monitor, onde se pode interpretar as imagens em cortes transversais (RODRIGUES *et al.*, 2001). Para avaliação de carcaça comumente utiliza-se uma frequência de 3,5 MHz (PERKINS, 2001).

A técnica para diagnóstico compreende basicamente três modos: modo A (de amplitude), modo B (bidimensional) e modo M (de movimento) (BISCEGLI, 2004).

O modo A é um sistema mais simples, e é utilizado somente para medidas de espessura de gordura, não sendo possível a obtenção de imagens da área de olho de lombo (HOUGHTON e TURLINGTON, 1992).

O modo B é um sistema mais sofisticado que permite o uso de vários transdutores, multifrequência, e recursos de pré-processamento na geração da imagem e de pós-processamento da imagem congelada no monitor (BISCEGLI, 2004).

O aparelho mais utilizado atualmente é o chamado modo “real time” que produz imagens instantaneamente, e proporciona uma visão dos movimentos dos tecidos devido à emissão de ondas contínuas (RODRIGUES *et al.*, 2001).

Segundo TAROUÇO (2004) o ultra-som foi utilizado pela primeira vez no Brasil em animais da raça Nelore em 1992, em uma prova de ganho em peso, e dois anos depois o departamento técnico da Empresa Yakult iniciou a campanha para utilização desta tecnologia em programas de seleção.

### **3.3. UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE ULTRA-SONOGRAFIA PARA OBTENÇÃO DE MEDIDAS DE CARCAÇA**

A ultra-sonografia é uma ferramenta de suma importância para o melhoramento genético, e tem sido amplamente utilizada na avaliação de carcaça (WILSON, 1992). Permite a avaliação precoce dos animais, sem a necessidade dos tradicionais testes de progênie (FROST *et al.*, 1997; MOSER *et al.*, 1998; GRIFFIN *et al.*, 1999; SAINZ *et al.*, 2003).

O objetivo da obtenção destas informações é estimar com precisão em animais vivos, a composição da carcaça (rendimento de carcaça e de cortes), e conseqüentemente possibilitar a estimação do mérito genético para qualidade de carcaça (WILSON, 1992), desta forma, permitir a seleção e obtenção de produtos comercialmente mais desejáveis.

Estudos recentes têm demonstrado que a tecnologia de ultra-sonografia possibilita a obtenção de estimativas precisas da espessura de gordura de cobertura e da área do músculo *Longissimus dorsi* em animais vivos (FAULKNER *et al.*, 1990; ROBISON *et al.*, 1993; HERRING *et al.*, 1994). Além disso, são características de fácil mensuração e preditores eficientes da composição da carcaça (WILSON, 1992).

Duas características indicativas da qualidade da carcaça comumente consideradas são a área do músculo *Longissimus dorsi* e a espessura de gordura. O músculo *Longissimus dorsi* tem sido utilizado por ser o maior músculo dos cortes e de maior valor comercial. Estudos têm demonstrado que sua área correlaciona-se positivamente com o peso de outros cortes (DU BOSE *et al.*,

1967; EPLEY *et al.*, 1970), e está diretamente relacionada com a quantidade de músculo na carcaça (FOREST *et al.*, 1979).

A espessura de gordura é um indicador simples, porém real, do grau de acabamento da carcaça, e seu aumento leva a um menor rendimento de carne magra da carcaça (FOREST *et al.*, 1979). AREVALO *et al.* (1997) destacam a importância da gordura de cobertura da carcaça no processamento, no transporte e na culinária da carne. Estudando novilhos da raça Holandês, criados em sistema de confinamento, verificaram para cada cm<sup>2</sup> a mais na área do músculo *Longissimus dorsi* um aumento de 0,205 kg no peso do músculo e 0,111 kg no peso da gordura do serrote.

A área do músculo *Longissimus dorsi* e a espessura de gordura são consideradas características de herdabilidade média a alta (JOHNSON *et al.*, 1993; KOOTS *et al.*, 1994; SAINZ *et al.*, 2003; WILSON, 2004). Para que as mudanças nas características sejam rápidas e economicamente significativas a variação genética entre os indivíduos deve ser ampla (WILSON, 1992).

Segundo SAINZ e ARAÚJO (2002), a ultra-sonografia teve uma mudança significativa na década de 80, com uso do real time ultra-som. Utilizando aparelhos com um número maior de cristais dispostos linearmente, possibilitou a geração e a recepção de sinais com maior rapidez. A eficiência da utilização do “real time” ultra-som na predição da percentagem e produção de cortes tem sido avaliada por vários pesquisadores (HAMLIN *et al.*, 1995; WILLIAMS *et al.*, 1997; GRIFFIN *et al.*, 1999; SUGUISAWA, 2002).

Alguns programas de melhoramento genético incluíram a utilização da ultra-sonografia em tempo-real para mensuração das características cobertura de gordura e área de olho de lombo para estimar composição e qualidade da carcaça (CREWS e KEMP, 2001).

A medida do músculo *Longissimus dorsi* apresenta alta correlação com o rendimento da carcaça e de cortes nobres (ou retalhabilidade). A espessura de gordura de cobertura é indicativa do grau de acabamento, e cogita-se estar relacionada às precocidades de crescimento e sexual (FERRAZ *et al.*, 2004).

Existem outras maneiras de se avaliar a qualidade da carcaça, como por exemplo, o método de avaliação visual, amplamente utilizado para estimar o grau de acabamento da carcaça. Sua utilização, entretanto, é controvertida por ser,

considerado, por alguns pesquisadores, um método muito subjetivo (MAY *et al.*, 2000).

As medidas das características relacionadas com a qualidade da carcaça podem ser obtidas pelas mensurações em animais vivos ou após o abate. As informações de mérito genético para estas características com dados de carcaça após o abate são obtidas através dos testes de progênie, que embora sejam eficientes, são demorados e de elevado custo (HOUGHTON, 1988; WILSON, 1992).

A quantidade de dados de características de carcaça de diversas raças é relativamente pequena quando comparada com informações de outras características como pesos e medidas corporais, podendo ser explicado pelo custo e dificuldade da coleta da informação, quando se emprega os tradicionais testes de progênie (BERTRAND *et al.*, 2001).

Segundo SAINZ *et al.* (2003) e SAINZ E ARAUJO (2002) o custo individual para obtenção das informações da carcaça através da ultra-sonografia é bem inferior ao custo do teste de progênie, e apresentam resultados equivalentes. A correlação entre as características marmoreio, área de olho de lombo e espessura de gordura na garupa obtidas diretamente carcaça de animais abatidos e as mesmas medidas obtidas através da técnica de ultra-sonografia foi de 0,77, 0,75 e 0,71, respectivamente.

Existem alguns fatores que justificam as diferenças verificadas nas mensurações obtidas por meio de ultra-som em animais vivos, e aquelas obtidas diretamente na carcaça após o abate. As medidas são obtidas com os animais em posições diferentes, o método utilizado para remoção do couro, pode proporcionar a retirada de uma quantidade variável da camada de gordura, e o método de suspensão da carcaça pode provocar mudanças na conformação (PERKINS *et al.*, 1992).

No Brasil são quase inexistentes os programas de melhoramento genético que utilizam o teste de progênie para estimar o mérito de características de carcaça (TAROUÇO, 2004). Uma alternativa para obtenção de informações de características de carcaça de uma forma mais rápida e também mais viável seria através da utilização da técnica de ultra-som.

Um dos objetivos dos programas de melhoramento genético aos disponibilizar informações de carcaça é fornecer subsídios que permitam ao selecionar melhorar características que visam tornar o Nelore mais competitivo (SAINZ *et al.*, 2003). Para tanto, torna-se necessário definir uma estratégia de seleção que seja compatível com o sistema de produção (a pasto) dominante no país (PEREIRA, 2004).

Na raça Nelore uma das características a ser melhorada é a precocidade de acabamento, objetivando uma carcaça que possua, além do peso desejado, cobertura de gordura suficiente para protegê-la do resfriamento *post mortem* (FERRAZ *et al.*, 2004).

Informações do mérito genético para área de olho de lombo e cobertura de gordura poderão ser utilizados na seleção para musculosidade, cobertura de gordura, marmoreio e rendimento de carne. Porém, para que o melhoramento genético possa ser adotado em escala industrial, são necessários dois fatores: incentivo econômico das indústrias frigoríficas e disponibilidade de ferramentas eficientes e de baixo custo para obtenção das medidas de carcaça (WILSON, 1992).

Nos países desenvolvidos, a seleção para características de carcaça vem sendo realizada há vários anos em consequência dos preços diferenciados que o produtor recebe pela qualidade da carcaça (WILSON, 1992). Segundo SAINZ *et al.* (2003) já existem países, a exemplo dos Estados Unidos, da Austrália, e dos países da União Européia, em que o produtor recebe um bônus ou uma penalização conforme a qualidade da carcaça de seus animais.

### **3.4. PRECISÃO DAS MEDIDAS DE ULTRA-SONOGRAFIA**

Vários estudos têm demonstrado que a ultra-sonografia disponibiliza medidas acuradas da espessura de gordura e da área de olho de lombo em animais vivos (WILSON, 1992, HERRING *et al.*, 1994, WILLIAMS *et al.*, 1997, SAINZ *et al.*, 2003, BERTRAND *et al.*, 2001), impossíveis de serem obtidas por inspeção visual ou por palpação de animais vivos (MILLER, 2001 e BERTRAND *et al.*, 2001). Contudo, atenção especial deve ser dada aos equipamentos utilizados e ao treinamento dos técnicos (GREISER *et al.*, 2003).



No Brasil ainda existe muita variação na habilidade dos técnicos, nos equipamentos e nos programas que são utilizados (WILSON, 2004). A aplicação da ultra-sonografia no Brasil pode ser considerada em fase inicial e até pouco tempo atrás não havia nenhuma forma de padronização ou certificação (SAINZ e ARAUJO, 2002). As primeiras certificações de técnicos de campo foram conduzidas apenas em outubro de 2004.

A implementação das características de carcaça, medidas através de ultra-som, em programas de melhoramento genético depende de um programa para coleta e processamento das informações, com o objetivo de elevar o padrão de qualidade e precisão das mensurações (WILSON, 2004). Atualmente no Brasil os protocolos para as idades de avaliação, métodos de coleta de imagens e equipamentos aceitos encontram-se em fase de desenvolvimento (SAINZ e ARAUJO, 2002).

FIGUEIREDO *et al.* (2000) analisando dados de carcaça afirmam que para obtenção de medidas acuradas da espessura de gordura de cobertura de animais da raça Nelore devem ser desenvolvidos equipamentos mais sensíveis, por considerarem que a medida desta característica é menor quando comparada a animais taurinos, fato que amplia a chance de erro.

HOUGHTON e TURLINGTON (1992) avaliando dados do músculo *Longissimus dorsi* e da espessura de gordura de cobertura de suínos, obtidos por meio de ultra-som, antes do abate e posteriormente com a carcaça suspensa, verificaram a existência de diferenças significativas entre medidas.

GRIFFIN *et al.* (1999) analisando medidas de carcaças de 100 animais comparam medidas obtidas diretamente na carcaça e utilizando a técnica da ultra-sonografia, e afirmaram que existe uma correlação alta entre medidas reais e medidas de ultra-sonografia para espessura de gordura, mas o mesmo não foi verificado para a característica área de olho de lombo.

Diferentes correntes técnicas e equipamentos levam a inconsistências na acurácia e repetibilidade das medidas de ultra-sonografia. Pesquisas têm demonstrado que a acurácia das medidas depende do técnico e do nível de experiência (MCLAREN *et al.*, 1991).

Estudo realizado por HERRING *et al.* (1994), mostrou as diferenças entre as medidas de ultra-som realizadas por três técnicos utilizando dois diferentes aparelhos (Tabela 3).

TABELA 3. Médias e desvios padrão (DP) dos técnicos e equipamentos para as medidas de área do músculo *Longissimus dorsi* e espessura de gordura

Técnico	Aparelho	USLD, cm <sup>2</sup>		USEG, cm	
		X	DP	X	DP
1	1	74,84	9,53	1,06	0,25
1	2	68,16	8,09	1,16	0,27
2	1	82,44	10,07	1,31	0,27
2	2	76,20	7,26	1,36	0,26
3	1	72,66	8,29	1,17	0,24
3	2	73,43	8,07	1,20	0,23

USLD = ultra-sonografia da área do *Longissimus dorsi*; USEG = ultra-sonografia da espessura de gordura; Aparelho 1 = Aloka 210 DX; Aparelho 2 = Aloka 500V.

Fonte: HERRING *et al.* (1994)

Conforme observado (Tabela 3) a inconsistência dos dados, resultante de medidas realizadas por técnicos com treinamento insuficiente é um dos problemas da utilização da tecnologia de ultra-sonografia para mensuração de características de carcaça visando o melhoramento genético.

A literatura consultada mostra que a tecnologia de ultra-sonografia quando utilizada de maneira correta por técnicos treinados proporcionam informações de alta confiabilidade (GREISER *et al.*, 2003; REVERTER *et al.*, 2000; HERRING *et al.*, 1994). GREISER *et al.* (2003) estudando características de carcaça de animais oriundos de vários cruzamentos encontraram correlação positiva e alta entre as medidas obtidas diretamente na carcaça e por ultra-som, que foram iguais para ambas as características, espessura de gordura e área de olho de lombo.

A habilidade do técnico para colheita e processamento das imagens de características de carcaça é apenas o primeiro passo para que estas informações sejam utilizadas em programas de melhoramento genético.

### 3.5. COMPONENTES DE (CO)VARIÂNCIA E PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA

No melhoramento genético animal, a obtenção de estimativas de parâmetros genéticos de características de interesse econômico é requisito importante para o estabelecimento de um programa de seleção (SIQUEIRA *et al.*, 2003).

A utilização das medidas de ultra-sonografia em programas de seleção de gado de corte requer inicialmente o processamento das imagens em laboratório para obtenção dos dados, a partir dos quais serão obtidas estimativas dos componentes de (co)variância, através de metodologias genético-estatísticas adequadas. Os componentes de (co)variância são geralmente utilizados em procedimentos que objetivam a predição de valores genéticos (por exemplo a DEP – Diferença Esperada na Progenie) para características do critério de seleção em programas de melhoramento genético.

Pesquisas envolvendo características relacionadas à qualidade da carcaça de zebuínos ocorrem em pequeno número. Segundo SAINZ *et al.* (2003) os estudos nesta área são desenvolvidos principalmente para os *Bos taurus* e seus cruzamentos, geralmente alimentados com dietas de alta energia.

ROBINSON *et al.* (1993) estudando animais da raça Brangus, Hereford e cruzamentos estimaram herdabilidades, utilizando o método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML), para área de olho de lombo (AOL) variando de 0,31 a 0,64, espessura de gordura de cobertura medida entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela variando de 0,15 a 0,42, e espessura de gordura na garupa de 0,24 a 0,49.

JOHNSON *et al.* (1993) também utilizando o método da Máxima Verossimilhança Restrita para estimação dos componentes de variância e parâmetros genéticos em estudo com bovinos da raça Brangus estimaram herdabilidades de 0,36, 0,39 e 0,11 para área de olho de lombo medido a desmama, área de olho de lombo aos 365 dias de idade e espessura de gordura, respectivamente. ARNOLD *et al.* (1991) estimaram herdabilidades para medidas de ultra-som da espessura de gordura e área do músculo *Longissimus dorsi* de 0,26 e 0,25, respectivamente, para animais da raça Hereford. Resultados similares para a característica AOL foram estimados por MAGNABOSCO *et al.*

(2004a) estudando animais da raça Nelore, os valores obtidos foram 0,29; 0,44 e 0,62 para AOL, EG e P8, respectivamente.

Os resultados obtidos por JOHNSON *et al.* (1993) estudando animais da Brangus indicam que mudanças genéticas razoáveis podem ser obtidas na característica área de olho de lombo mensurada ao desmame e aos 12 meses de idade. A mudança genética por geração quando foi considerada a idade constante obtida foram de 0,86 e 1,06, para área de olho de lombo mensurada ao desmame e aos 12 meses de idade, respectivamente. Os autores consideram uma intensidade de seleção de 2,06 e 0,08, para machos e fêmeas, respectivamente.

ARAÚJO *et al.* (2004) estudando dados de bovinos da raça Nelore estimaram repetibilidade para medidas de carcaça. Os valores encontrados foram de baixa magnitude para espessura de gordura medida entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela (0,035) e alta para espessura de gordura na garupa (0,62) e moderada para área de olho de lombo (0,44).

JOHNSON *et al.* (1993) estimaram herdabilidade de 0,40, em estudo com medidas de ultra-som da área do músculo *Longissimus dorsi* na raça Brangus, à idade padronizada de 365 dias de idade, valor próximo aos obtidos por KOCH *et al.* (1982) e ARNOLD *et al.* (1991) de 0,41 e 0,46, respectivamente. A herdabilidade para gordura de cobertura foi de 0,14, indicando que as diferenças genéticas para deposição de gordura provavelmente não são bem expressas aos 365 dias de idade, quando são utilizadas dietas com baixos teores de energia.

Pesquisas com *Bos taurus* de várias raças (WHEELER *et al.*, 1996; MOSER *et al.*, 1998; PARIACOTE *et al.*, 1998) mostraram que existe uma correlação genética negativa entre AOL e EG. As estimativas variaram entre de -0,43 a -0,05.

JOHNSON *et al.* (1993) estudando a raça Brangus estimaram correlações genéticas positivas entre a medida área de olho de lombo mensurada aos 12 meses de idade e o peso ao nascer, peso ao desmame, peso padronizado aos 12 meses de idade e peso pós desmame. A correlação entre medidas de espessura de gordura (EG) e características de crescimento, peso a desmama e peso aos 365 dias foi negativa e igual a -0,17 e -0,53, respectivamente. A correlação genética entre espessura de gordura e perímetro escrotal foi de -0,33, indicando

que touros com maior desenvolvimento testicular tendem a depositar menos gordura durante os testes de desempenho.

As estimativas de herdabilidade para características de carcaça de diversas raças, ajustadas a uma determinada idade são apresentados na Tabela 4. A média dessa estimativa é considerada de amplitude média a alta, indicando que estas características são passíveis de seleção genética.

TABELA 4. Estimativas de herdabilidades para características de carcaça (literaturas publicadas entre 1980 e 2000).

Source	PCAR <sup>a</sup>	AOL	EG	MAR.	%CUT
1	0,48	0,40	0,52	0,47	0,49
2	0,43	0,56	0,41	0,40	0,63
3		0,60		0,45	
4				0,23	0,18
5	0,38	0,51		0,31	
6	0,31	0,32	0,26	0,26	
7				0,93	0,45
8	0,23	0,22	0,25	0,48	0,47
9				0,40	
10	0,37	0,38	0,35	0,40	
11	0,15	0,65	0,56	0,73	
12	0,34			0,35	0,26
13		0,51	0,34	0,79	
14	0,59	0,39	0,27		
15	0,60	0,97	0,46	0,88	
16 <sup>b</sup>			0,18	0,30	0,52
17			0,29	0,15	0,49
18	0,30	0,27	0,23	0,36	0,23
Média	0,39	0,47	0,34	0,46	0,41

<sup>a</sup>PCAR = Peso da carcaça, AOL = área do músculo Longissimus dorsi, EG = espessura de gordura, MAR = Marmoreio ou percentagem de gordura intramuscular

<sup>b</sup> Pesquisa com raças tropicais

Fonte: Adaptado de BERTRAND et al. (2001).

CREWS JR *et al.* (2003) estimando parâmetros genéticos para animais da raça Simental, utilizando o método de REML, obtiveram herdabilidades de 0,37 e

0,51, e 0,69 e 0,53, para área de olho de lombo e espessura de gordura para machos e fêmeas respectivamente.

SAINZ *et al.* (2003) e MAGNABOSCO *et al.* (2004) em estudo com animais da raça Nelore, criados em regime exclusivo de pasto, obtiveram herdabilidade para as características estudadas similares as obtidas por pesquisas com animais *Bos taurus*. As herdabilidades para AOL, EG e P8 foram 0,29, 0,44 e 0,62, respectivamente.

FIGUEIREDO *et al.* (2000) analisando dados de ultra-som de 1.700 animais da raça Nelore, com idade média de 17 meses, estimou utilizando o programa MTDFREML, herdabilidades de 0,20 e 0,04 para as características área de olho de lombo e para espessura de gordura, respectivamente.

A tecnologia de ultra-sonografia tem sido considerada um veículo de custo eficiente na mensuração de características de carcaça em animais vivos (BERTRAND *et al.*, 2001). Estudos têm demonstrado que esta técnica pode ser usada para mensuração da área de olho de lombo, espessura de gordura externa e intramuscular com precisão aceitável (PERKINS *et al.*, 1992; ROBINSON, *et al.*, 1993; WILSON *et al.*, 1998).

### **3.6. CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO**

#### **3.6.1. PESO**

A produção de carne de maneira eficiente é o objetivo principal da pecuária de corte. Desta forma, o estudo detalhado das fases de crescimento, e do ganho em peso, mostra como as condições genéticas e de manejo podem influenciar produtividade dos animais (PANETO *et al.*, 2002).

As estimativas dos parâmetros genéticos fornecem informações importantes sobre a natureza genética das diferentes características e são necessárias para predizer as respostas diretas e correlacionadas da seleção, formular índices e escolher métodos de seleção mais adequados (BIFFANI, 1999).

Os pesos pós desmame foram amplamente estudados em vários países envolvendo diversas raças, e os resultados mostraram que existe uma expressiva

variabilidade genética nas populações, o que permite obter progressos genéticos mediante a seleção (MILAGRES *et al.*, 1993; MERCADANTE *et al.*, 1995, LÔBO *et al.*, 1997, MAGNABOSCO *et al.*, 19981).

Trabalhos disponíveis na literatura mostram que existe amplitude de média a alta nos valores de estimativas de herdabilidade de parâmetros genéticos para pesos em idades pós desmame. Os valores de estimativas de herdabilidade variam de 0,19 obtido por LOBO e MARTINS FILHO (2002), 0,43 encontrado por MACHADO *et al.* (1999) e MILAGRES *et al.* (1993), e 0,53 obtidos por MASCIOLI *et al.* (1996).

DIAS (2002) avaliando dados de peso aos 365 e 450 de bovinos da raça Nelore estimou, utilizando o método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML), herdabilidade de 0,47 e 0,49 para P365 e P450, respectivamente. Em trabalho realizado utilizando dados de animais da raça Nelore, participantes do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore, oriundos da região Centro-Oeste do Brasil, FARIA *et al.* (2004) estimou a herdabilidade para peso aos 365 e 450 dias de 0,49 e 0,52, respectivamente, utilizando o método da Amostragem de Gibbs (GS).

Em virtude da grande utilização da característica peso ao sobreano como critério de seleção, vários autores tem se preocupado com a obtenção de estimativas dos parâmetros genéticos mais acuradas. Observa-se variação de 0,08 a 0,83 para herdabilidade direta, de 0,04 a 0,07 para herdabilidade materna e de 0,01 a 0,08 para a correlação genética entre efeito direto e efeito materno (BERGMANN, 2003).

As correlações entre os pesos a desmama e aos 365 dias, peso a desmama e aos 550 dias e entre o peso aos 365 dias e aos 550 dias de idade apresentaram valores elevados, o que possibilita o sucesso de adoção de seleção nesses estágios, pois são em grande parte influenciadas pelos mesmos genes (MALHADO *et al.*, 2002). FARIA (2003) analisando características de peso aos 365 e 450 dias de idade, em animais da raça Nelore, estimou correlação genética entre essas características de 0,93 utilizando o método GS.

MAGNABOSCO *et al.* (2002b) estudando a contribuição do componente genético animal em animais da raça Nelore concluiu que animais filhos de touros

geneticamente avaliados com DEP para peso aos 450 dias (Diferença Esperada na Progenie) superior a 10 kg contribuíram para elevar os ganhos em peso em 10% em relação a animais filhos de touros com DEP 450 inferior a 5 kg.

### 3.6.2. PERIMETRO ESCROTAL

O perímetro escrotal é uma característica importante na seleção de bovinos de corte. É de fácil mensuração, apresenta herdabilidade média-alta e correlação favorável com características de crescimento e reprodução (ALENCAR, 2002; PEREIRA *et al.*, 2000; DIAS, 2003; LOBO *et al.*, 2004), e está diretamente relacionado ao desenvolvimento testicular e os fatores hormonais que promovem o desenvolvimento testicular. Além disso nos machos também promovem o desenvolvimento ovariano nas fêmeas (BERGMANN, 2003).

Os baixos índices reprodutivos devem-se em grande parte a problemas reprodutivos nas fêmeas, porém estudos comprovam a grande utilização de reprodutores com baixa ou inadequada capacidade reprodutiva (MORAES *et al.*, 1998; FONSECA *et al.*, 1997).

Alguns autores afirmam que existe correlação genética favorável entre o perímetro escrotal e características espermáticas: motilidade, vigor, defeitos maiores e defeitos menores.

A raça Nelore apresenta estimativas de herdabilidade para a característica perímetro escrotal variando de média a alta amplitude. PEREIRA *et al.* (2000) estudando dados de bovinos da raça Nelore estimaram herdabilidade de 0,51 para perímetro escrotal. Valores semelhantes foram encontrados por FARIA (2003), DIAS *et al.* (2003) e ELER *et al.* (1996). MAGNABOSCO *et al.* (2003b) em estudo com animais da raça Nelore estimaram herdabilidade para a característica perímetro escrotal aos 365 e 450 dias de idade pelo método REML de 0,50 e 0,55, respectivamente. Já para as análises utilizando a Amostragem de Gibbs as estimativas obtidas foram de 0,63 e 0,62, respectivamente.

A medida do perímetro escrotal é uma característica indicadora de precocidade sexual. Existem outras características relacionadas a precocidade sexual, por exemplo, a idade à puberdade, que auxilia na seleção porém se



constitui em informação de difícil coleta em animais criados de forma extensiva (ROSO e SHENKEL, 1999).

MOURA *et al.* (2002) estudando desenvolvimento testicular, ponderal, e concentrações de testosterona em animais da raça Nelore com idades variando de 10 a 30 meses, observaram correlações positivas entre peso vivo e perímetro escrotal em todas as idades ( $r = 0,41$  a  $0,70$ ). Houve correlações entre peso vivo (10 e 30 meses) e peso da carcaça ( $0,65$  a  $0,93$ ), mas o rendimento da carcaça não apresentou relação com perímetro escrotal, peso testicular e níveis de testosterona.

As correlações genéticas favoráveis entre PE aos 18 meses de idade e características reprodutivas das fêmeas permitem a utilização do perímetro escrotal como critério de seleção para melhorar a eficiência reprodutiva das fêmeas (PEREIRA *et al.*, 2000).

Alguns estudos indicam que existe correlação genética entre características de carcaça e precocidade sexual (TURNER *et al.*, 1990; JOHNSON *et al.*, 1993; SAINZ *et al.*, 2003; FERRAZ *et al.*, 2004), algumas pesquisas mostram correlação negativa e outras positiva.

### **3.7. METODOLOGIA GENÉTICO ESTATÍSTICA**

Para utilização de qualquer informação de características de crescimento, reprodutivas, e de qualidade da carcaça em programas de seleção, o primeiro passo é conhecer o comportamento da característica e adequar a melhor metodologia para análise e interpretação dos dados colhidos no campo.

O aperfeiçoamento dos métodos para estimação dos componentes de (co)variância têm sido uma preocupação constante dos pesquisadores ao longo dos anos (MAGNABOSCO *et al.*, 2000). Essa preocupação é plenamente justificável uma vez que as metodologias empregadas para a obtenção dos valores genéticos individuais para diversas características de interesse econômico utilizam-se dessas estimativas de componentes de (co)variâncias.

Considerando as características de carcaça, bem como as demais características, cada raça possui seu comportamento particular. Algumas raças já desenvolveram seus padrões e outras estão em processo de análise e desta

forma, são necessárias metodologias específicas para cada uma (SAINZ e ARAÚJO, 2002).

Os componentes de (co)variância precisam ser corretamente estimados para que as DEP's (diferença esperada na progênie) possam realmente representar um instrumento eficaz ao selecionador na busca do melhoramento genético de seu rebanho (FARIA, 2003). As DEPs estimadas por modelos inadequados podem não corresponder à realidade e acarretar sérios prejuízos financeiros para os rebanhos (FERRAZ *et al.*, 2004).

Desde o início da década de 80, e ainda hoje, o método mais utilizado para estimação de componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos é o Método da *Máxima Verossimilhança Restrita* (REML). Porém, mais recentemente, métodos Bayesianos vêm sendo utilizados como uma opção para solução de problemas relacionados à avaliação de mérito genético em populações animais. A aplicação de métodos de *Markov Chain Monte Carlo* - MCMC, dentre os quais se destaca a Amostragem de Gibbs (*Gibbs Sampling* - GS), pode ser utilizada como uma ferramenta, de forma a propiciar uma inferência Bayesiana (MAGNABOSCO, 1997; MAGNABOSCO *et al.*, 2000).

Amostragem de Gibbs (GS) é um método de integração numérica que permite tirar conclusões sobre as densidades marginais ou conjuntas, até mesmo quando essas densidades não podem ser avaliadas diretamente (VAN TASSEL e VAN VLECK, 1996).

As estatísticas, freqüentista e bayesiana, têm sido constantemente discutidas, visto que atualmente são as mais relevantes em termos de inferência (BLASCO, 2001).

A estatística Bayesiana está fundamentada no teorema de Bayes, desenvolvido por Thomas Bayes, matemático britânico, que a princípio utilizou a probabilidade indutivamente e estabeleceu as bases matemáticas para as inferências probabilísticas. O teorema é usado na inferência estatística para atualizar estimativas da probabilidade de que diferentes hipóteses sejam verdadeiras, baseado nas observações e no conhecimento de como essas observações se relacionam com as hipóteses (SORENSEN, 1996).

Como exemplo, temos um parâmetro ou mesmo uma variável  $\theta$ . O verdadeiro valor de  $\theta$  é desconhecido, e a idéia é reduzir ao máximo esta falta de informação. Suponha que observamos uma variável aleatória  $X$  e queremos fazer inferências sobre outra variável aleatória  $\theta$ . A informação de que dispomos sobre o  $\theta$  resumida probabilisticamente através de  $p(\theta)$ , pode ser aumentada observando-se uma quantidade aleatória  $X$  relacionada com  $\theta$ . A distribuição amostral  $p(x|\theta)$  define esta relação. A idéia de que após observar  $X = x$ , a quantidade de informação sobre  $\theta$  aumentada é bastante intuitiva e o teorema de Bayes é a regra de atualização utilizada para quantificar este aumento de informação,

$$P(\theta|x) = \frac{p(\theta|x)}{p(x)} = \frac{p(x|\theta)p(\theta)}{p(x)}$$

$p(\theta)$  é a distribuição a priori dos possíveis valores de  $\theta$ , enquanto que  $p(\theta|x)$  é a distribuição posterior de  $\theta$  dado a variável aleatória  $X$  (SORENSEN, 1996).

Na escola freqüentista os fundamentos dos métodos se baseiam em que o valor do parâmetro que se quer estimar é um valor fixo determinado, sendo que, a inferência consiste apenas em observar como se distribuíram as estimativas do parâmetro se a experiência fosse repetida infinitas vezes (FARIA, 2003). Para a escola freqüentista o valor verdadeiro é usualmente fixo e o valor da amostra é variável, enquanto que para a estatística Bayesiana a amostra é fixa e o parâmetro de interesse é uma variável aleatória. O que não quer dizer que o valor verdadeiro do parâmetro não exista, para a estatística Bayesiana o valor verdadeiro existe, mas considera-se que não se sabe qual é (BLASCO, 2001).

O MTGSAM (*Multiple Trait Gibbs Sampling for Animal Models*) foi desenvolvido para estimar médias Bayesianas *a posteriori* e distribuições para componentes de (co)variância, efeitos fixos e aleatórios, e contrastes usando o algoritmo da Amostragem Gibbs em modelo animal. A interface dos programas é semelhante ao programa MTDFREML (*Multiple trait Derivative-Free Restricted Maximum Likelihood*) (VAN TASSEL e VAN VLECK, 1996).

A implementação de GS utilizando o programa MTGSAM requer alguns cuidados, além do usuário estar familiarizado com a estatística bayesiana, esses aspectos foram amplamente discutidos por MAGNABOSCO *et al.* (2001):

- Período de descarte amostral: é o número de ciclos que deve ser descartado antes que as amostras produzidas pela cadeia de gibbs possam ser consideradas amostras das distribuições posteriores, ou seja, a convergência ou distribuição tenha ocorrido.
- Intervalo de utilização amostral: é o intervalo de retirada das amostras e deve ser suficiente para que as amostras utilizadas não sejam correlacionadas.
- Tamanho de cadeia: está relacionada com a convergência das distribuições posteriores dos parâmetros

Os programas disponíveis no MTGSAM geram médias e amostras da cadeia GS para estimar componentes de variância, razões de variância, herdabilidade, efeitos fixos e aleatórios. O programa MTGSAM disponibiliza os seguintes programas em Fortran:

MTGSNRM: é o programa que calcula  $A^{-1}$  com base no número do animal, de seu pai e de sua mãe.

MTGSPREP: é o programa que permite ao usuário especificar as características a serem analisadas e o modelo para cada característica. O programa lê o arquivo de dados original e gera um novo arquivo com os níveis de efeitos fixos e aleatórios recodificados, que serão usados como informação para construir as equações de modelos mistos.

MTGSRUN: é o programa que gera as distribuições a posteriori Bayesianas e médias usando o algoritmo da GS. Médias para componentes de variância, efeitos fixos e aleatórios, herdabilidade e correlações. O programa gera arquivos contendo as amostras Gibbs com período específico de descarte amostral (burn-in) e intervalo entre amostras (thinning interval), definidas pelo usuário.

Os programas de MTGSAM podem ser usados para análise de uma única característica ou para qualquer número de características e permitem qualquer combinação de observações perdidas nos modelos de características múltiplas.

Estimativas de médias posteriores para efeitos “fixos” e aleatórios e para contrastes também podem ser calculadas.

O algoritmo de GS está baseado na geração, em seqüência, de variáveis de todas as densidades condicionais completas. A densidade condicional completa é a densidade de uma variável dado todos os outros parâmetros no modelo. Por exemplo, se GS é usado para estimar as distribuições de  $f(a|y)$ ,  $f(b|y)$ , ou  $f(a,b|y)$ , então as distribuições condicionais completas,  $f(a|b,y)$  e  $f(b|a,y)$ , seriam solicitadas. Para usar GS para avaliar qualquer destas densidades é necessário escolher um valor inicial arbitrário para uma das variáveis, e então são tirados valores das densidades condicionais completas na seqüência.

$$a^n \sim f(a|b^{n-1},y) \text{ e}$$

$$b^n \sim f(b|a^n,y),$$

Onde  $\sim$  indica que a variável é uma variável aleatória da distribuição especificada, e o sobrescrito se refere à seqüência do valor na cadeia de GS. Se a sucessão é repetida um número suficiente de vezes, a distribuição das amostras **a** e **b** será obtida das distribuições  $f(a|y)$  e  $f(b|y)$ , e os pares amostrais **a,b** serão obtidos da distribuição  $f(a,b|y)$  (VAN TASSEL e VAN VLECK, 1996).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. COLETA DE DADOS

O banco de dados utilizado neste estudo foi fornecido pelo Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore – PMRGN – Nelore Brasil. O arquivo de dados é constituído de informações de carcaça e crescimento de bovinos da raça Nelore, criados e recriados em pastagens de *Brachiaria decumbens* e *brizantha* na Fazenda Guaporé, pertencente à empresa Companhia Comercial OMB. A Fazenda Guaporé está localizada a 450 km de Cuiabá, no município de Pontes e Lacerda, Sudoeste do Estado de Mato Grosso, no vale do Rio Guaporé. O arquivo contém dados de 1.933 animais, machos inteiros, criados em regime exclusivo de pasto, com idades variando, no momento da coleta, entre 15 a 19 meses.

O banco de dados incluía informações de genealogia, pai e mãe do animal, data de nascimento do animal, data de nascimento da mãe, data da colheita, regime alimentar, lote de manejo, peso, perímetro escrotal, área do olho do lombo, espessura da gordura de cobertura entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas (EG), espessura de gordura na garupa (P8), técnico responsável pela colheita no campo, e do técnico responsável pelo processamento em laboratório.

As imagens foram obtidas nos animais vivos, em dois locais diferentes, na área de olho de lombo (entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela) e na garupa (entre o ílio e ísqueo). Além das medidas de ultra-som foram registrados, no mesmo dia, o peso vivo e o perímetro escrotal.

As imagens de ultra-sonografia foram colhidas utilizando o equipamento Aloka 500V com uma sonda linear de 17,2 cm e 3,5 MHz, que possui um sistema de captura de imagens (*Blackbox, Biotronics, Ames, IA, EUA*). Para melhor contato da sonda com a superfície do corpo do animal foi utilizado óleo vegetal. As informações colhidas no campo, incluindo altura do posterior, perímetro escrotal e peso, foram obtidas por 2 técnicos distintos, devidamente treinados, e o processamento das imagens em laboratório foi realizado por 4 técnicos diferentes.

## 4.2. CONSISTÊNCIA DOS DADOS

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SAS (SAS Institute, Cary NC - EUA) versão 8.2, 2001, para edição, depuração e conformação dos arquivos. O procedimento GLM do SAS foi utilizado para análises preliminares visando a identificação dos efeitos fixos.

O arquivo final de dados, após o trabalho de consistência, possuía registros de 1.697 animais machos, nascidos de 2000 a 2003, filhos de 74 touros, com idade no momento da colheita variando de 15 a 19 meses.

## 4.3. ESTIMAÇÃO DOS COMPONENTES DE VARIÂNCIA

Os componentes de variância necessários à obtenção dos parâmetros genéticos foram estimados pelo método da Amostragem de Gibbs, com aplicação do programa MTGSAM (*Multiple Trait using Gibbs Sampler under Animal Model*). Foi utilizado o software MTGSAM desenvolvido por VAN TASSEL e VAN VLECK (1996), adaptado e adotado para calcular as distribuições médias posteriores por meio de amostras e estimativas posteriores dos componentes de variância gerados pela cadeia de Gibbs.

Na literatura a maioria dos trabalhos encontrados sobre estimação dos componentes de (co)variância e parâmetros genéticos de características de carcaça, não utilizaram o método GS. Dessa maneira, para um maior conhecimento e confiabilidade dos dados e do método GS, os componentes de (co)variância e parâmetros genéticos foram estimados primeiramente utilizando método da Máxima Verossimilhança Restrita, utilizando o programa MTDFREML - *Multiple Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood* (BOLDMAN *et al.*, 1995). No entanto, após esse teste onde as informações obtidas pelo método de REML foram de grande consistência e utilidade, prosseguiu-se com a utilização do GS, conforme objetivos originais desse estudo.

O período de descarte amostral e intervalo de amostras foram definidos baseados em resultados de pesquisa de FARIA *et al.* (2002ab) e MAGNABOSCO *et al.* (2002a), que para implementação do GS, utilizando dados de campo de animais da raça Nelore, testando diferentes períodos de descarte amostral,

k=100, k=5.000 e k=20.000, concluíram que o período de descarte amostral que melhor representou a distribuição das densidades posteriores foi de 20.000, porém quando se utiliza valores iniciais informativos, períodos de descarte amostral menores podem ser utilizados. Foi observado, pelos mesmos autores, estudando diferentes intervalos de amostras, que a utilização de intervalo amostral muito longo pode gerar densidades marginais posteriores apresentando uma distribuição com tendência a forma bimodal, e que intervalos muito curtos podem apresentar dependência entre as amostras (MAGNABOSCO *et al.*, 2000).

Neste estudo foram considerados valores iniciais não informativos, ou seja, é considerado que não se tem conhecimento algum a priori dos parâmetros estudados. O parâmetro de definição de forma ( $\nu$ ) da distribuição inicial considerado foi zero (0), desta maneira, considerou que não havia conhecimento das distribuições iniciais de cada parâmetro, ou seja, com distribuição inicial de forma achatada e tendendo ao infinito.

Foi considerado para a implementação da Amostragem de Gibbs, um período de descarte amostral ( $k$ ) de 20.000 ciclos, esquema de cadeia longa de 200.000 ciclos e, intervalo amostral de 100 ciclos, gerando por fim 1.800 estimativas.

O arquivo de genealogia para este estudo foi fornecido pelo departamento de genética da Universidade de São Paulo – USP de Ribeirão Preto, e a matriz de parentesco dos dados analisados era composta por 15.562 animais.

#### 4.4. MODELO

As análises, considerando uma única característica separadamente (unicaráter), foram realizadas usando o modelo animal, conforme o modelo linear descrito pela equação a seguir:

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

O modelo proposto incluiu três efeitos fixos, para as características de crescimento (peso), precocidade sexual (perímetro escrotal), e para as características de qualidade da carcaça (espessura de gordura e área do músculo *Longissimus dorsi*).



Os dados deste estudo foram obtidos de um rebanho, e foram considerados somente animais do sexo masculino, recriados no mesmo regime alimentar (pasto). Foram utilizados como efeitos fixos, o ano de nascimento, mês de nascimento e classe da idade da vaca ao parto. Optou-se por trabalhar com efeitos fixos separados, pois não havia necessidade de separação de grupos contemporâneos já que os animais pertenciam à mesma fazenda, regime alimentar e sexo.

Foram formadas 6 classes de idade da vaca ao parto (IVP), sendo:

- 1 para IVP < 36 meses;
- 2 para IVP maior que 36 e menor ou igual a 48 meses,
- 3 para IVP maior que 48 e menor ou igual a 60 meses,
- 4 para IVP maior que 60 e menor ou igual a 72 meses,
- 5 para IVP maior que 72 e menor ou igual a 120 meses e;
- 6 para IVP maior 120 meses.

Considera-se  $\mathbf{y}$  como sendo o vetor das variáveis dependentes (registros de produção),  $\beta$  o vetor dos efeitos fixos,  $\mathbf{X}$  a matriz de incidência que associa  $\beta$  com  $\mathbf{y}$ ,  $\mathbf{Z}$  a matriz de incidência que associa o vetor  $\mathbf{a}$  a  $\mathbf{y}$ ,  $\mathbf{a}$  representa o vetor dos efeitos genéticos aditivos do animal e,  $\mathbf{e}$  o vetor de resíduos. Assume-se que:

$$\text{var}(\mathbf{a}) = \mathbf{A}\sigma_a^2 \quad \text{e} \quad \text{var}(\mathbf{e}) = \mathbf{I}\sigma_e^2$$

em que:

$\sigma_a^2$  e  $\sigma_e^2$  são as variâncias para os efeitos genéticos aditivos diretos e residuais, respectivamente;  $\mathbf{A}$  é a matriz de parentesco entre os animais e  $\mathbf{I}$  a matriz identidade apropriada.

Para as análises de estimação dos componentes de (co)variância do efeito genético direto e das correlações genéticas usando modelos bicaráter entre características de crescimento, precocidade sexual e características de qualidade de carcaça foi utilizado o seguinte modelo matricial bicaráter:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1\beta_1 + Z_1u_1 \\ X_2\beta_2 + Z_2u_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix}$$

em que:

$y_i$  = vetor de observações da característica;

$\beta_i$  = vetor de efeitos fixos;

$u_i$  = vetor dos efeitos genéticos diretos associados às matrizes;

$X_i$  e  $Z_i$  = matrizes de incidência dos efeitos  $\beta_i$  e  $u_i$ , respectivamente; e

$e_i$  = vetor dos efeitos residuais. As esperanças de  $y_i$  são  $X_i\beta_i$ .

Assume-se:

$$E\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X\beta_1 \\ X\beta_2 \end{bmatrix}$$

E a estrutura (co) variâncias:

$$Var\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_{u_1}^2 & & & \\ A\sigma_{u_1u_2} & A\sigma_{u_2}^2 & & \\ 0 & 0 & I\sigma_{e_1}^2 & \\ 0 & 0 & I\sigma_{e_1e_2} & I\sigma_{e_2}^2 \end{bmatrix}$$

em que:

$\sigma_{u_1}^2$  = variância genética aditiva direta para a característica 1;

$\sigma_{u_2}^2$  = variância genética aditiva direta para a característica 2 ;

$\sigma_{e_1}^2$  = variância dos efeitos residuais relativa à característica 1;

$\sigma_{e_2}^2$  = variância residual relativa à característica 2 ;

$A$  = numerador da matriz de parentesco;

$I$  = matriz identidade apropriada;

$\sigma_{u_1u_2}$  = covariância genética entre os efeitos genéticos diretos para as características 1 e 2 ;

$\sigma_{e_1e_2}$  = covariância entre os efeitos residuais para as características 1 e 2.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estatísticas descritivas contendo número de observações, média, coeficiente de variação, valor mínimo e máximo para as características de crescimento e de carcaça, preconizadas neste estudo, estão descritas na Tabela 5. Os dados avaliados são de animais criados a pasto com idade variando de 15 a 19 meses, no momento das mensurações.

Tabela 5. Estatística descritiva das características de crescimento e de carcaça de bovinos Nelore, a pasto, com idades de 15 a 19 meses.

Característica		N	Média	CV(%)	DP	Min.	Max.
Carcaça	AOL (cm <sup>2</sup> )	1.632	42,57	15,28	6,50	14,73	66,96
	EG (mm)	1.628	1,40	30,62	0,42	0,40	6,40
	P8 (mm)	1.602	1,84	39,18	0,72	0,40	6,70
Crescimento e reprodutiva	Peso (kg)	1.693	287,17	13,11	37,64	156,0	430,0
	PE (cm)	1.667	22,96	12,36	28,39	100,0	360,0

N: nº de animais, AOL: área de olho de lombo, EG: espessura de gordura medida entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela, P8: espessura de gordura medida na garupa, entre o ílio e ísqueo, PE: perímetro escrotal.

Na literatura foram poucas as referências encontradas que permitiram uma comparação mais direta com os resultados encontrados neste estudo para as características AOL, EG e P8.

FIGUEIREDO *et al.* (2000) estudaram animais da raça Nelore, com idade média de 17 meses e encontraram médias de 42,57cm<sup>2</sup> e 2,41mm, para as medidas de AOL e EG, respectivamente, porém não foi mencionado no trabalho o regime alimentar em que os animais foram criados. Esse fato é de grande importância, pois o regime alimentar influencia diretamente no desenvolvimento e na precocidade de acabamento do animal. É importante lembrar que os valores encontrados na literatura, para estas características, referem-se na maioria dos

casos, a bovinos *Bos taurus* criados em regime de semi-confinamento e confinamento, o que de certa forma, dificulta a comparação e discussão dos resultados aqui obtidos, que são de animais criados a pasto.

Os resultados médios obtidos para as características peso (287,17kg) e perímetro escrotal (22,96 mm) estão bem próximos aos valores contemplados na literatura para estas características em idades padronizadas (15 e 18 meses).

Os coeficientes de variação (Tabela 5) das características EG e P8 possuem valores relativamente altos (30,62 e 39,18%, respectivamente). Supõe-se que realmente na raça Nelore e em outras raças zebuínas, conforme mencionado por FIGUEIREDO *et al.*, (2000), devido à gordura de cobertura apresentar menor espessura, é possível que haja maiores erros na medição, o que possivelmente aconteça em menor frequência em taurinos. Sugerindo, desta maneira, o desenvolvimento de equipamentos mais sensíveis para avaliação de bovinos com espessura de gordura muito pequena.

Avaliando as espessuras de gordura nas costelas (EG) e na garupa (P8), as médias observadas foram de 1,40 e 1,84 mm, respectivamente. Observa-se que sem uma suplementação alimentar destes animais na fase de terminação fica difícil atingir os requisitos mínimos de peso e espessura de gordura de cobertura para abate. É necessário proceder uma seleção baseada nestas características considerando que para abate exige-se que a carcaça tenha de 4 a 5 mm de gordura de cobertura. Essa suplementação não necessariamente seria em regime de confinamento, bastando para tal que os animais tenham acesso nos pastos a uma suplementação protéica e energética. Observando a Tabela 5, nota-se que existem animais que alcançam esse requisito mínimo de peso e espessura de gordura para abate com idade precoce, demonstrando também que existem indícios de uma variabilidade genética que permitirá a seleção para essas características.

Várias técnicas e manejos são utilizados para melhorar a qualidade da carcaça dos bovinos destinados à produção de carne, a exemplo, a castração, que embora seja uma prática relativamente conhecida pelos produtores, tem sido pouco utilizada (PADUA *et al.*, 2004).

Observa-se que uma maior quantidade de informações coletadas de AOL, EG e P8 seria necessária para viabilizar estudos mais completos sobre o tema, o que conseqüentemente resultaria em resultados mais acurados.

Na Tabela 6 são apresentadas as estimativas de componentes de (co)variância e herdabilidade das características estudadas, obtidas em análise unicaráter.

Para essas análises usando o programa MTGSAM para obtenção das estimativas dos componentes de (co)variância e parâmetros genéticos implementou-se o GS usando esquema de cadeia longa (200.000 ciclos), valores iniciais não informativos, descarte amostral de 20.000 ciclos, e intervalo amostral de 100 ciclos.

Tabela 6. Estimativas de médias posteriores dos componentes de (co) variância e parâmetros genéticos das características de carcaça, crescimento e reprodutiva utilizando a Amostragem de Gibbs, a partir de valores iniciais não informativos ( $v=0$ ) em análise unicaráter.

Caract.		Média	Moda	Mediana	$\sigma^2_k$	DP	IC
AOL	$\sigma^2_a$	26,14	25,17	26,18	8,00	2,83	20,48-31,80
	$\sigma^2_e$	19,40	14,79	14,38	2,91	1,70	16,00-22,80
	$h^2_d$	0,64	0,65	0,64	0,002	0,050	0,54-0,74
EG	$\sigma^2_a$	0,08	0,07	0,08	0,0002	0,016	0,048-0,112
	$\sigma^2_e$	0,11	0,11	0,11	0,0001	0,011	0,088-0,132
	$h^2_d$	0,41	0,32	0,41	0,0049	0,070	0,27-0,55
P8	$\sigma^2_a$	0,37	0,36	0,37	0,0021	0,046	0,278-0,462
	$\sigma^2_e$	0,20	0,18	0,20	0,0008	0,028	0,144-0,256
	$h^2_d$	0,65	0,61	0,66	0,0036	0,06	0,53-0,77
PESO	$\sigma^2_a$	665,13	682,15	664,99	6378,4	79,86	505,41-824,85
	$\sigma^2_e$	525,54	547,56	524,11	2648,0	51,46	422,62-628,46
	$h^2_d$	0,56	0,57	0,56	0,003	0,051	0,458-0,662
PE	$\sigma^2_a$	452,54	456,68	453,32	2041,5	45,18	362,18-542,90
	$\sigma^2_e$	284,00	283,98	283,48	767,8	27,71	228,58-339,42
	$h^2_d$	0,61	0,61	0,61	0,0019	0,044	0,522-0,698

AOL: área de olho de lombo, EG: espessura de gordura medida entre as 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela, P8: espessura de gordura medida na garupa, entre o ílio e ísquio, PE: perímetro escrotal.  $\sigma^2_a$ : variância genética aditiva,  $\sigma^2_e$ : variância residual,  $h^2$ : herdabilidade,  $\sigma^2_k$ : variância entre as amostras, DP: desvio padrão e IC: intervalo de confiança.

As estimativas de coeficientes de herdabilidade encontradas na literatura (SAINZ *et al.*, 2003; MAGNABOSCO *et al.*, 2004a; JOHNSON *et al.*, 1993; PARIACOTE *et al.*, 1998; FIGUEIREDO *et al.*, 2000) apresentam uma grande amplitude, variando de 0,22 a 0,97 para AOL e 0,18 a 0,56 para EG. São parâmetros genéticos obtidos de populações envolvendo diversas raças, mensurações realizadas em várias idades, empregando diferentes equipamentos e

técnicos. Adicionalmente, é importante ressaltar que nesses trabalhos foram utilizadas diferentes métodos e metodologias para a estimação dos componentes de (co)variância e dos parâmetros genéticos.

Desta maneira, verifica-se que as estimativas de herdabilidade obtidas neste estudo, para AOL (0,64), EG (0,41) e P8 (0,65) estão próximas de valores verificados em trabalhos com raças taurinas e também em alguns trabalhos disponíveis com a raça Nelore ou qualquer outra raça zebuína. Isso significa que apesar desse estudo contar somente com animais criados a pasto, a variabilidade genética aditiva na população pode ser estimada usando GS, e os resultados obtidos sugerem que a seleção para essas características deve ser considerada em programas de melhoramento genético com a raça Nelore. Quanto ao componente ambiental que influencia tanto nas características de carcaça como no peso, o modelo utilizado foi eficiente para estimação também desses componentes não genéticos ou ambientais. As estimativas de média, moda e mediana para variância ambiental mostram que o mesmo foi identificado e estimado corretamente sendo selecionados os efeitos genéticos.

ROBINSON *et al.* (1993) estimaram herdabilidades para machos da raça Hereford, utilizando o método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML), e observaram valores de 0,20, 0,27 e 0,16 para AOL, P8 e EG, respectivamente. Estimativas de herdabilidade de 0,11 e 0,29, para EG e AOL foram encontradas por MOSER *et al.* (1998) utilizando dados de animais da raça Brangus.

SAINZ *et al.* (2003) em estudo com animais da raça Nelore, utilizando o método da Máxima Verossimilhança Restrita, obtiveram estimativas de herdabilidade para as características AOL, EG e P8 de 0,29, 0,44 e 0,62, respectivamente. JOHNSON *et al.* (1993) utilizando o mesmo método (REML) para estimação dos componentes de (co)variância, obtiveram herdabilidade de 0,40 e 0,14 para AOL e EG, em animais da raça Brangus.

De acordo com diversos estudos (HERRING *et al.*, 1994; GRIFFIN *et al.*, 1999; FIGUEIREDO *et al.*, 2000; SAINZ *et al.*, 2003, WILSON, 2004) fatores como por diferentes técnicos utilizando diferentes equipamentos e softwares para coleta



e processamento dos dados podem influenciar as estimativas dos parâmetros genéticos para características de carcaça.

Os valores obtidos neste trabalho concordam com as observações de vários autores (WILSON, 2004; SAINZ *et al.*, 2003, JOHNSON *et al.*, 1993, WILSON, 1992), que mostraram herdabilidades variando de média a alta para características de carcaça em geral. Isto significa que as variações das características de carcaça entre os indivíduos de uma determinada raça e população se devem em parte a diferenças genéticas aditivas. E se existem diferenças genéticas aditivas entre os indivíduos a seleção se apresenta como um instrumento efetivo para se obter mudanças genéticas nas populações para as características em questão.

As características de carcaça estudadas são de grande importância para melhorar o desempenho produtivo de animais da raça Nelore. A área de olho do lombo e a espessura de gordura subcutânea são características altamente relacionadas aos cortes desossados de carcaças bovinas. Segundo SAINZ (2000) o fator de maior importância para o processamento referente à qualidade da carcaça é o rendimento, tanto da carcaça como dos cortes maiores.

Conforme observado (tabela 6) as estimativas de média, moda e mediana para os coeficientes de herdabilidade das características peso e AOL apresentaram-se bastante semelhantes, e idênticas na característica PE, conforme esperado para distribuições posteriores tendendo a normalidade. Para as características EG e P8, a média e mediana apresentaram-se semelhantes, a moda variou sendo mais baixa para EG e mais alta para P8. Essa verificação vem de encontro ao fato dessas características apresentarem altos coeficientes de variação.

O método GS possibilita a obtenção de distribuições posteriores para as (co)variâncias e parâmetros genéticos estudados, enquanto o método da Máxima Verossimilhança Restrita, nos fornece valores pontuais. Na Tabela 6 são apresentados os valores estimados para médias, medianas e modas dos parâmetros das características estudadas, obtidas das densidades posteriores dos componentes de (co)variância e parâmetros genéticos. Avaliando estes valores, que possibilitam um maior conhecimento das densidades posteriores, percebe-se que as distribuições estão bem próximas de uma distribuição normal.

Os valores de variância das amostras ( $\sigma_k^2$ ) foram baixos para todas as características em estudo. Estes resultados eram esperados em função do tamanho da cadeia, descarte amostral e intervalo de amostras utilizados. Essas informações vêm de encontro a conclusão de FARIA (2003) que verificou que quanto maior o número de amostras obtidas menor a variância entre elas.

Os intervalos de confiança (IC) dos componentes de (co)variância e parâmetros genéticos de cada característica estudada também são apresentados na Tabela 6. O intervalo de confiança considerado foi de 95%. Isto significa que existe a probabilidade de 95% de o intervalo conter a média. Quando calculamos um parâmetro em uma determinada amostra, tal valor representa apenas uma estimativa do verdadeiro valor.

A Figura 1 apresenta os histogramas das estimativas de densidades posteriores dos parâmetros genéticos das características de carcaça e crescimento, utilizando a Amostragem de Gibbs, a partir de valores iniciais não informativos, em análise unicaráter.

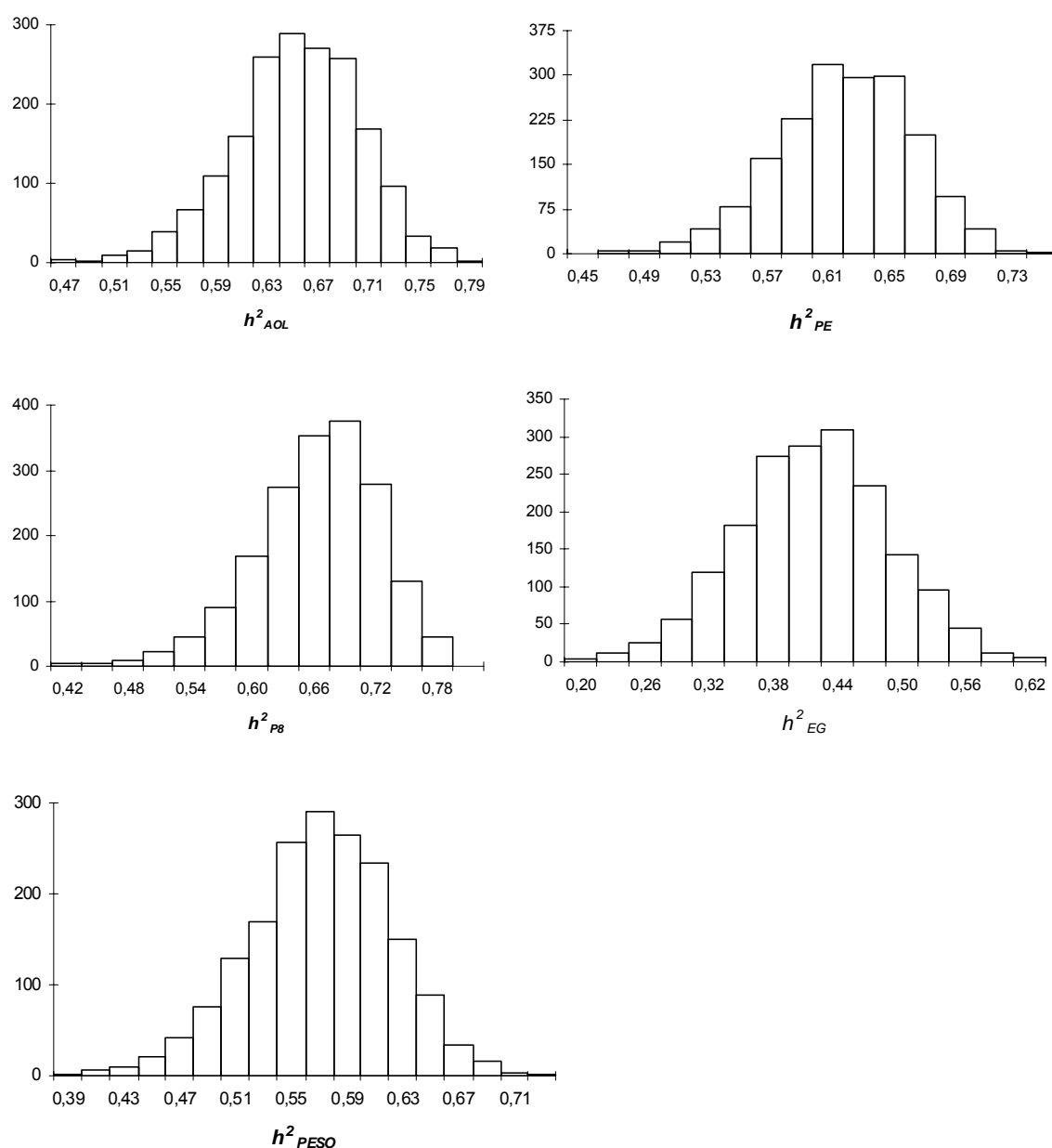


Figura 1. Histogramas das estimativas de densidades posteriores de parâmetros genéticos (herdabilidade) para área de olho de lombo (AOL), peso, perímetro escrotal (PE), espessura de gordura de cobertura entre a 12<sup>o</sup> e 13<sup>o</sup> costela (EG) e espessura de gordura na garupa (P8).

Os histogramas apresentados na Figura 1 foram obtidos das estimativas de densidades posteriores de herdabilidade das características de carcaça e crescimento analisadas neste estudo, estas estimativas foram obtidas a partir da

utilização do GS utilizando esquema de cadeia longa, período de descarte amostral de 20.000 ciclos, intervalo amostral de 100 ciclos.

As informações sumarizadas na figura 1 mostram que é possível a partir da estimação dos componentes de (co)variância e parâmetros genéticos utilizando GS verificar o comportamento das densidades marginais posteriores e a visualização dos erros nas densidades destes parâmetros, concordando com as recomendações de GIANOLA *et al.* (1994).

Os histogramas apresentados na Figura 1 ilustram as densidades marginais posteriores das herdabilidades das características AOL, EG, P8, PE e Peso, e demonstram que as densidades são estáveis e tendem a uma distribuição normal. As estimativas das densidades marginais posteriores das características EG e P8 sugerem que os coeficientes de variação de 30,62 e 39,18% apresentadas por essas características refletem na forma da distribuição das estimativas, levando a distribuições posteriores menos estáveis, com uma tendência menor a normalidade quando comparada às características de peso, PE e AOL. Tal fato sugere que o valor que melhor representa a estimativa do parâmetro seria a moda e não a média.

Na Tabela 7 são apresentadas estimativas de componentes de (co)variância e parâmetros genéticos das características de crescimento e carcaça, obtidas em análise bicaráter.

O uso da análise bicaráter, envolvendo duas características, permite obter informação sobre a correlação genética existente entre elas. Esta informação é de grande valia para os selecionadores, pois a seleção de uma determinada característica tenderá a causar resposta em outra geneticamente relacionada. A direção ou sentido da resposta correlacionada dependerá da correlação ser positiva ou negativa.

Análises por modelos bivariados consideram as correlações entre as características de modo a aumentar acurácia da predição de valor genético (ELER, 1994). Análises envolvendo mais de uma característica simultaneamente apresentam maiores acurácias das predições dos valores genéticos em decorrência das informações adicionais incorporadas, sobretudo pelos componentes de (co)variâncias entre as características.

Tabela 7. Estimativas de médias posteriores dos componentes de (co) variância e parâmetros genéticos para características de crescimento e carcaça, obtidas através de análise bicarater, empregando metodologia GS.

Característica		$\sigma^2_{a1}$	$\sigma_{a12}$	$\sigma^2_{a2}$	$\sigma^2_{e1}$	$\sigma^2_{e2}$	$h^2_1$	$h^2_2$	$r_{g12}$
AOL <sub>1</sub>	Peso <sub>2</sub>	27,16	66,58	668,01	13,89	524,61	0,66	0,56	0,49
	PE <sub>2</sub>	27,61	27,79	457,51	13,54	280,67	0,67	0,62	0,25
	EG <sub>2</sub>	26,49	0,24	0,078	14,23	0,11	0,65	0,40	0,17
	P8 <sub>2</sub>	26,06	0,35	0,37	14,47	0,19	0,64	0,65	0,11
EG <sub>1</sub>	Peso <sub>2</sub>	0,076	1,63	667,29	0,11	525,08	0,40	0,56	0,23
	PE <sub>2</sub>	0,078	0,35	454,89	0,11	283,32	0,41	0,62	0,06
	P8 <sub>2</sub>	0,08	0,09	0,36	0,11	0,20	0,41	0,64	0,54
P8 <sub>1</sub>	Peso <sub>2</sub>	0,36	1,66	662,88	0,20	527,88	0,64	0,56	0,11
	PE <sub>2</sub>	0,37	1,12	452,75	0,20	284,43	0,65	0,61	0,09
PESO <sub>1</sub>	PE <sub>2</sub>	711,51	209,89	474,28	497,45	271,13	0,59	0,63	0,36

AOL: área de olho de lombo, EG: espessura de gordura medida entre a 12 e 13ª costela, P8: espessura de gordura medida na garupa, entre o ílio e ísquio.  $\sigma^2_{a1}$ : variância genética aditiva da característica 1,  $\sigma_{a12}$ : covariância genética entre a característica 1 e 2,  $\sigma^2_{a2}$ : variância genética aditiva da característica 2,  $\sigma^2_{e1}$ : variância residual da característica 1,  $\sigma^2_{e2}$ : variância residual da característica 2,  $h^2_1$ : herdabilidade direta da característica 1,  $h^2_2$ : herdabilidade direta da característica 2,  $r_{g12}$ : correlação genética entre as características 1 e 2.

Praticamente não houve variação entre as estimativas de herdabilidade para as características em estudo quando estimadas em análise unicarater e bicarater. Existem casos em que os coeficientes de herdabilidade apresentam magnitudes maiores quando comparadas às estimativas em análise unicarater. Segundo MEYER *et al.* (1991) isto ocorre porque a implementação de análise bicarater adiciona valores para as estimativas das características que apresentam baixa herdabilidade. Porém, todas as características envolvidas neste estudo possuem estimativas de coeficientes de herdabilidade de magnitude média a alta.

A característica AOL quando avaliado em análise bicarater com Peso e PE, tiveram herdabilidade ligeiramente superiores, do que em análise unicarater.

As correlações genéticas entre todas as características estudadas (Tabela 7) apresentaram-se positivas e com grande amplitude de variação.

Neste estudo, verificou-se resultados distintos a vários trabalhos utilizando raças taurinas (WHEELER *et al.*, 1996; MOSER *et al.*, 1998; PARIACOTE *et al.*,

1998). As estimativas das correlações entre AOL e EG (0,17) e P8 (0,11) mostraram-se favoráveis, indicando ser possível, mediante seleção, melhorar, ao mesmo tempo, rendimento de cortes comerciais e a gordura de cobertura.

Resultados similares foram encontrados por SAINZ *et al.* (2003), indicando que é possível fazer uma seleção genética para maior musculosidade e melhor acabamento, simultaneamente. Entretanto LOBO *et al.* (2004), também avaliando dados de carcaça de animais da raça Nelore, observaram correlação genética negativa entre a espessura de gordura subcutânea entre as 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas e a musculosidade da carcaça. Neste caso, a seleção para o incremento no rendimento de carcaça promoveria diminuição na espessura de gordura de cobertura, que segundo FERRAZ *et al.* (2004) é uma das características que deve ser melhorada para tornar o Nelore mais competitivo.

Trabalhos com *Bos taurus* de várias raças (WHEELER *et al.*, 1996; MOSER *et al.*, 1998; PARIACOTE *et al.*, 1998) mostraram que existe correlação genética negativa entre AOL e EG. As correlações variam de -0.43 a -0.05. HANSSEN *et al.* (1999), estudando características de carcaça, observaram correlações genéticas negativas entre rendimento de carcaça e espessura de gordura de cobertura e percentagem de gordura intramuscular.

A biologia de desenvolvimento das características (AOL e EG) segue uma regra geral para todas as raças. A partir do momento em que o animal nasce até atingir a idade adulta, ocorre um rápido crescimento esquelético, muscular e dos demais órgãos. O crescimento esquelético cessa, mas continua o crescimento muscular e inicia-se o crescimento do tecido adiposo (PEDROSO *et al.*, 2003).

A maioria dos resultados de pesquisa disponíveis na literatura são de bovinos criados em sistemas de confinamento e semi-confinamento, porém existe grande interesse em determinar com maior precisão estas informações em bovinos criados a pasto, no Brasil. A grande variação entre as estimativas obtidas sugere a necessidade de mais estudos objetivando definir com maior precisão estes parâmetros em raças zebuínas.

Os índices zootécnicos do rebanho brasileiro de bovinos de corte indicam que um dos grandes problemas da pecuária nacional são os baixos índices reprodutivos. Segundo MAGNABOSCO *et al.* (2004b) dentre os vários fatores

apontados como causa da baixa fertilidade, a genética apresenta-se como uma das principais causas do insucesso da atividade.

O perímetro escrotal é uma característica que está relacionada com a idade a puberdade (PEREIRA *et al.*, 2000; DIAS *et al.*, 2003; ELER *et al.*, 2003), que por sua vez está relacionada positivamente a características de crescimento (peso) (PEREIRA *et al.*, 1991). Segundo PEDROSO *et al.* (2003) animais de maior porte passam mais tempo depositando músculo e, portanto, iniciam a deposição de gordura de cobertura na carcaça mais tardiamente.

As correlações genéticas estimadas (Tabela 7) entre PE e espessura de gordura (EG e P8), foram baixas, 0.06 com EG e 0.09 com P8, porém positivas. Indicando que touros selecionados para maior desenvolvimento testicular, ou seja, seleção buscando animais mais precoces e com alta fertilidade, são também geneticamente predispostos a apresentarem incremento na espessura da gordura de cobertura, ou pelo menos não estariam prejudicando esta característica. Enquanto que JOHNSON *et al.* (1993) trabalhando com animais da raça Brangus e utilizando o Método da Verossimilhança Restrita (REML), encontraram correlação genética entre EG e PE de  $-0,33$ , indicando uma associação desfavorável entre as características.

A correlação genética favorável entre EG e PE, permite que a seleção buscando a melhoria da espessura de gordura de acabamento, simultaneamente, promova a melhora de características relacionadas a precocidade sexual. No entanto, correlações genéticas negativas apresentadas por alguns estudos (TURNER *et al.*, 1990; JOHNSON *et al.*, 1993) e a correlação genética positiva baixa, apresentada neste trabalho, indicam que mais estudos precisam ser realizados para maior confiabilidade deste parâmetro.

FERRAZ *et al.* (2004); TUNER *et al.* (1990) e SAINZ *et al.* (2003) sugerem que a EG e P8 estariam relacionadas à precocidade de crescimento e sexual. A comprovação da existência de correlação genética favorável entre características de crescimento, reprodutivas e de carcaça, auxiliaria de sobremaneira o selecionador, que direcionaria apenas para algumas características, visto que atualmente nos programas de melhoramento genético existem informações sobre o mérito genético para mais de 15 características de importância econômica.

Os resultados obtidos dos coeficientes de herdabilidade para peso e PE, em análise bicaráter, foram similares às estimativas obtidas em análise unicaráter. Conforme estimativas de herdabilidade obtidas para peso (0,59) e perímetro escrotal (0,63), mostraram-se semelhantes às observadas em vários trabalhos. Devem ser consideradas de alta herdabilidade indicando a possibilidade de rápida resposta a seleção.

Nos trabalhos revisados observou-se que estimativas de herdabilidade para pesos aos 365 e 550 dias apresentaram valores altos. Os valores das estimativas foram de 0,40, obtidos por KOOTS *et al.* (1994), 0,43 encontrado por MACHADO *et al.* (1999) e MILAGRES *et al.* (1993), e 0,53 obtido por MASCIOLI *et al.* (1996).

PEREIRA *et al.* (2000) estudando dados de bovinos da raça Nelore estimou herdabilidade de 0.51 para PE. Valores semelhantes foram encontrados por FARIA (2003), DIAS *et al.* (2003) e ELER *et al.* (1996).

A correlação genética entre peso e PE estimada neste estudo foi de 0,36. Este resultado foi inferior aos encontrados na literatura, porém indica que a seleção para crescimento promove simultaneamente melhoria de características relacionadas a precocidade sexual, ou seja, idade a puberdade e idade ao primeiro parto.

FARIA (2003) em estudo com animais da raça Nelore obteve estimativas de correlação genética, utilizando o método GS, de 0,51 e 0,45, entre as características P365 e PE365, e P450 e PE450, respectivamente. DIAS (2002) obteve resultados similares utilizando para estimação do parâmetro o método da Máxima Verossimilhança Restrita.

Tais resultados indicam que, animais selecionados para melhoria da característica perímetro escrotal são geneticamente predispostos a ter uma maior velocidade de crescimento.

Os resultados das análises mostram que existe uma correlação positiva entre as características AOL e peso (0,49). Estes resultados são superiores aos encontrados por JOHNSON *et al.* (1993) que obtiveram correlação genética entre AOL e peso de 0,40. MOSER *et al.* (1998) encontraram a mesma estimativa deste



trabalho (0,49) trabalhando com animais da raça Brangus, utilizando o método da Máxima Verossimilhança Restrita.

HASSEN *et al.* (1999) estudando animais das raças Angus e Simental, com mensurações obtidas em 4 idades padronizadas (365, 382, 414 e 448 dias de idade), estimaram correlação genética, utilizando o programa MTDFREML, entre AOL e peso de carcaça quente variando de 0,31 a 0,38.

Quando duas características economicamente importantes mostram uma correlação genética favorável, pode-se escolher uma delas para seleção, reduzindo desta forma o número de características a serem selecionadas. Os programas de seleção de bovinos de corte têm enfatizado nas avaliações genéticas, características de crescimento, como exemplo, avaliações de pesos em determinadas idades padronizadas, e algumas características reprodutivas. Correlações genéticas favoráveis entre mensurações de AOL, EG e características de crescimento e reprodutivas, disponibilizam ao selecionador informações mais consistentes para seleção de crescimento, características de carcaça e precocidade sexual, simultaneamente.

A Figura 2 apresenta os histogramas das estimativas das distribuições posteriores dos coeficientes de herdabilidade da característica área de olho de lombo (AOL) relacionadas com as outras características de carcaça (EG e P8), crescimento (peso) e reprodutiva (PE) consideradas neste estudo, utilizando a Amostragem de Gibbs, em análise bicaráter.

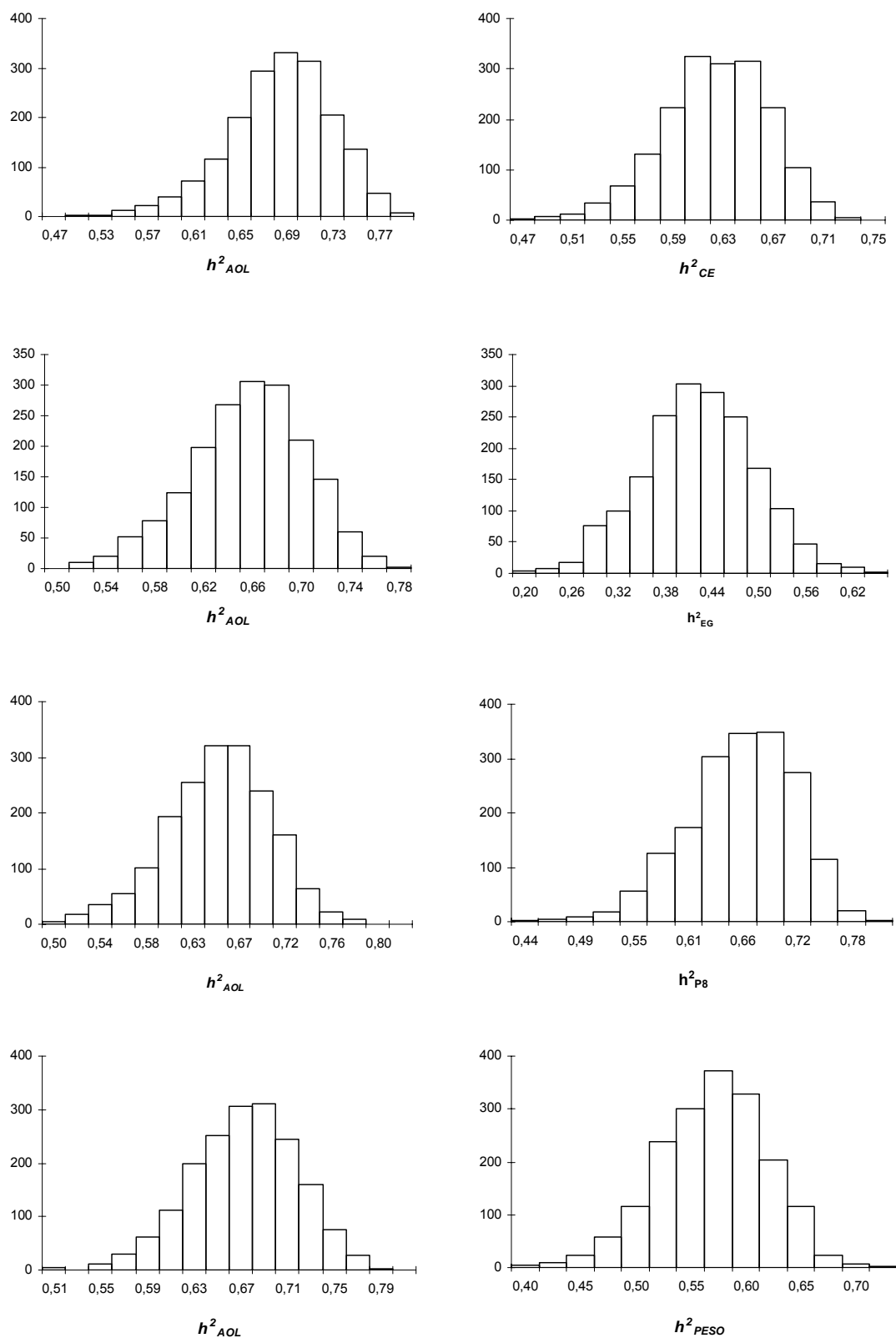


Figura 2. Histogramas das estimativas das distribuições posteriores do coeficiente de herdabilidade da característica AOL, utilizando GS, a partir de valores iniciais não informativos ( $v=0$ ), em análise bicarater.

A Figura 3 apresenta os histogramas das estimativas das distribuições posteriores do coeficiente de herdabilidade da característica espessura de gordura medida entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela (EG) relacionadas com as outras características de carcaça (AOL e P8), crescimento (peso) e reprodutiva (PE) consideradas neste estudo, utilizando a Amostragem de Gibbs, a partir de valores iniciais não informativos ( $v=0$ ), em análise bicaráter.

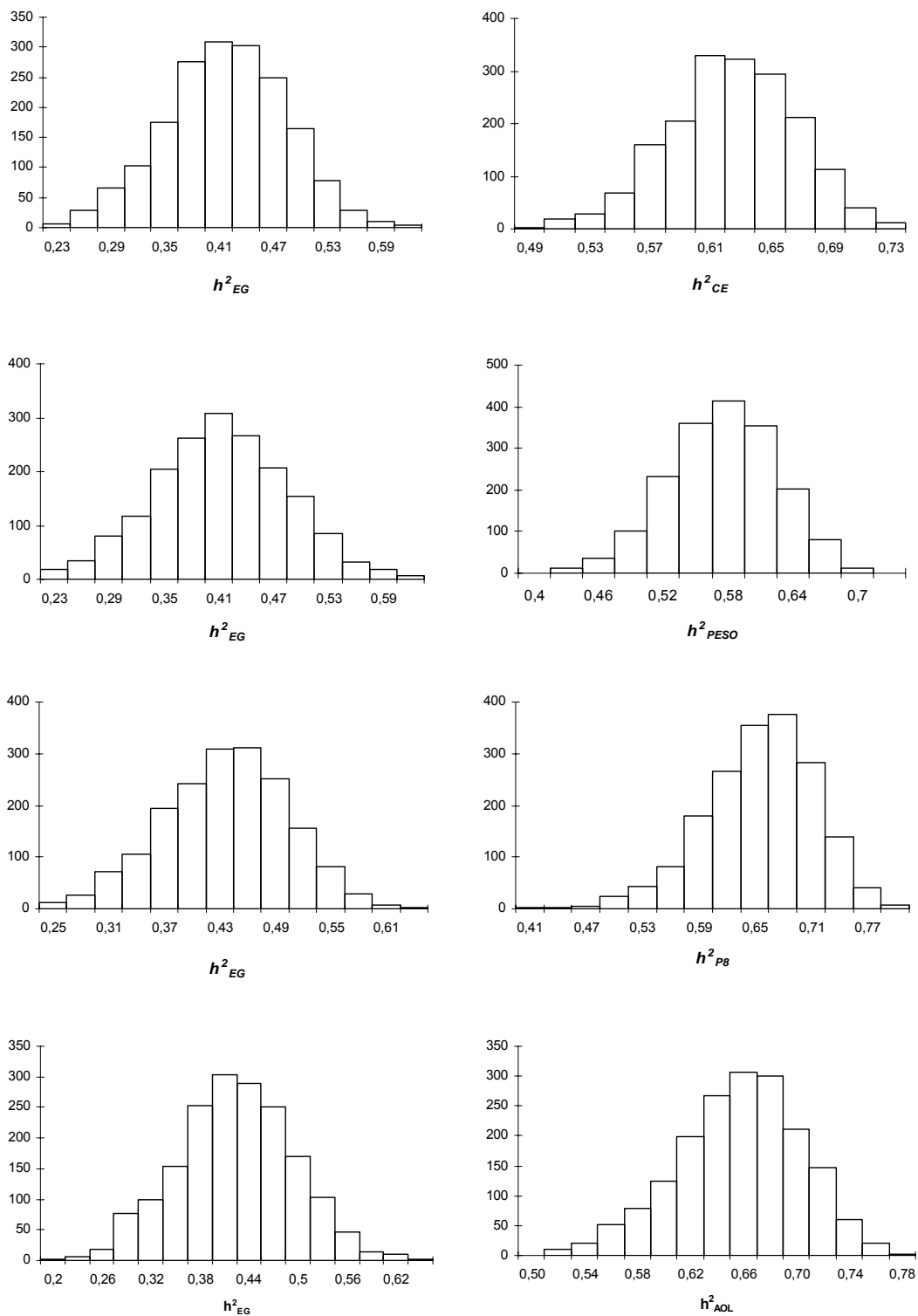


Figura 3. Histogramas das estimativas das distribuições posteriores dos coeficientes de herdabilidade da característica EG, utilizando GS, a partir de valores iniciais não informativos ( $v=0$ ), em análise bicaráter.

Observa-se que as diferenças nas densidades posteriores da característica espessura de gordura obtida entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas (EG) para o parâmetro estudado foram pequenas, em análise bicarater com diferentes características. As distribuições apresentaram-se estáveis tendendo a normalidade.

A figura 4 apresenta os histogramas das estimativas das distribuições posteriores do coeficiente de herdabilidade da característica espessura de gordura medida na garupa (P8) relacionadas com as outras características de carcaça (AOL e EG), crescimento(peso) e reprodutiva (PE) envolvidas neste estudo, utilizando a Amostragem de Gibbs, a partir de valores iniciais não informativos ( $v=0$ ), em análise bicaráter.

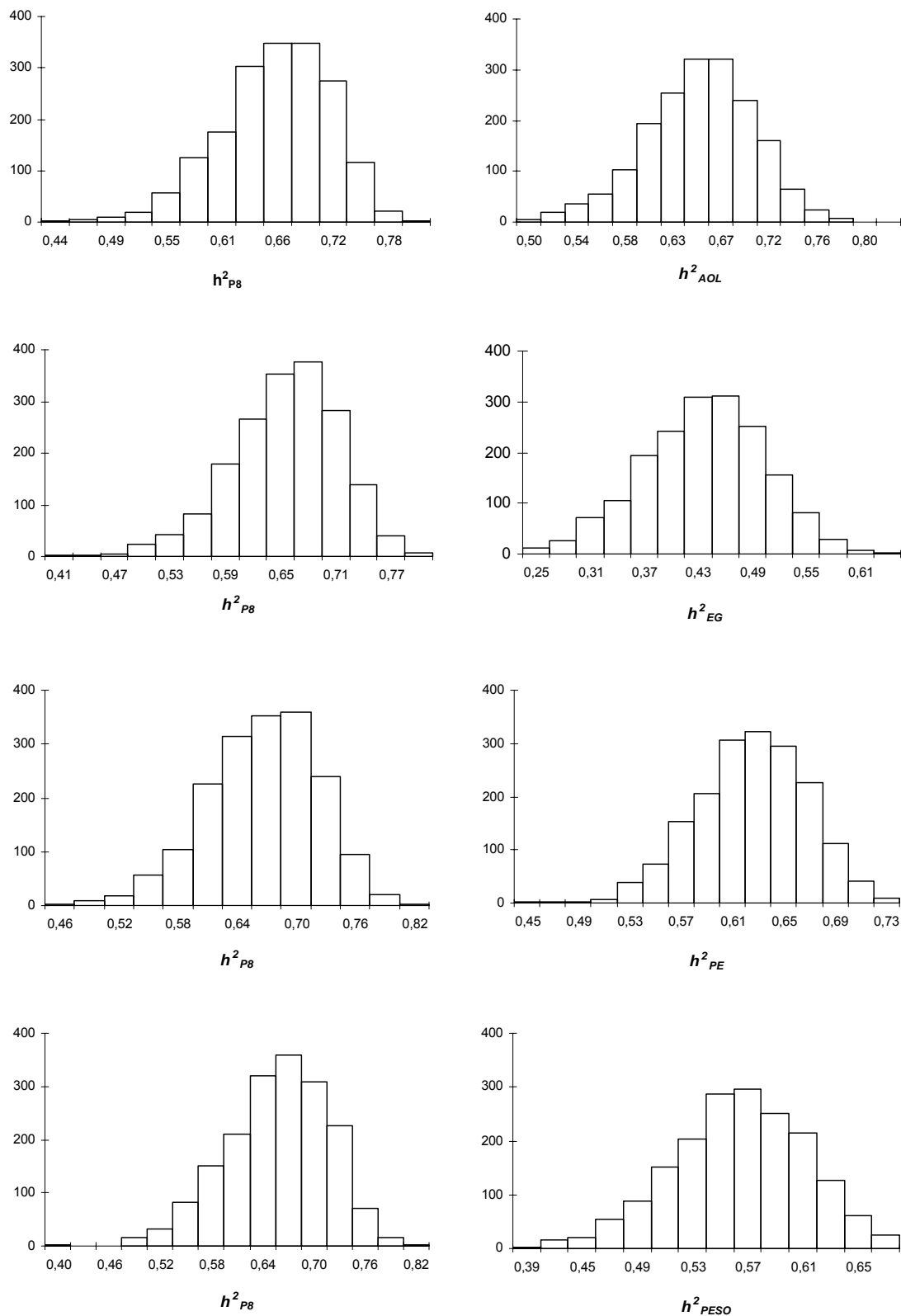


Figura 4. Histogramas das estimativas das distribuições posteriores dos coeficientes de herdabilidade da característica P8, utilizando GS, a partir de valores iniciais não informativos ( $v=0$ ), em análise bicaráter.

Observou-se pelos histogramas (Figura 1, 2, 3 e 4) que praticamente não ocorreram alterações nas densidades posteriores das estimativas dos parâmetros, nas análises unicaráter (figura1) e bicarater (Figuras 2, 3, 4).

Nas figuras 5 e 6 são apresentadas as estimativas de densidades posteriores das correlações genéticas entre as características de carcaça, crescimento e reprodutiva consideradas neste estudo.

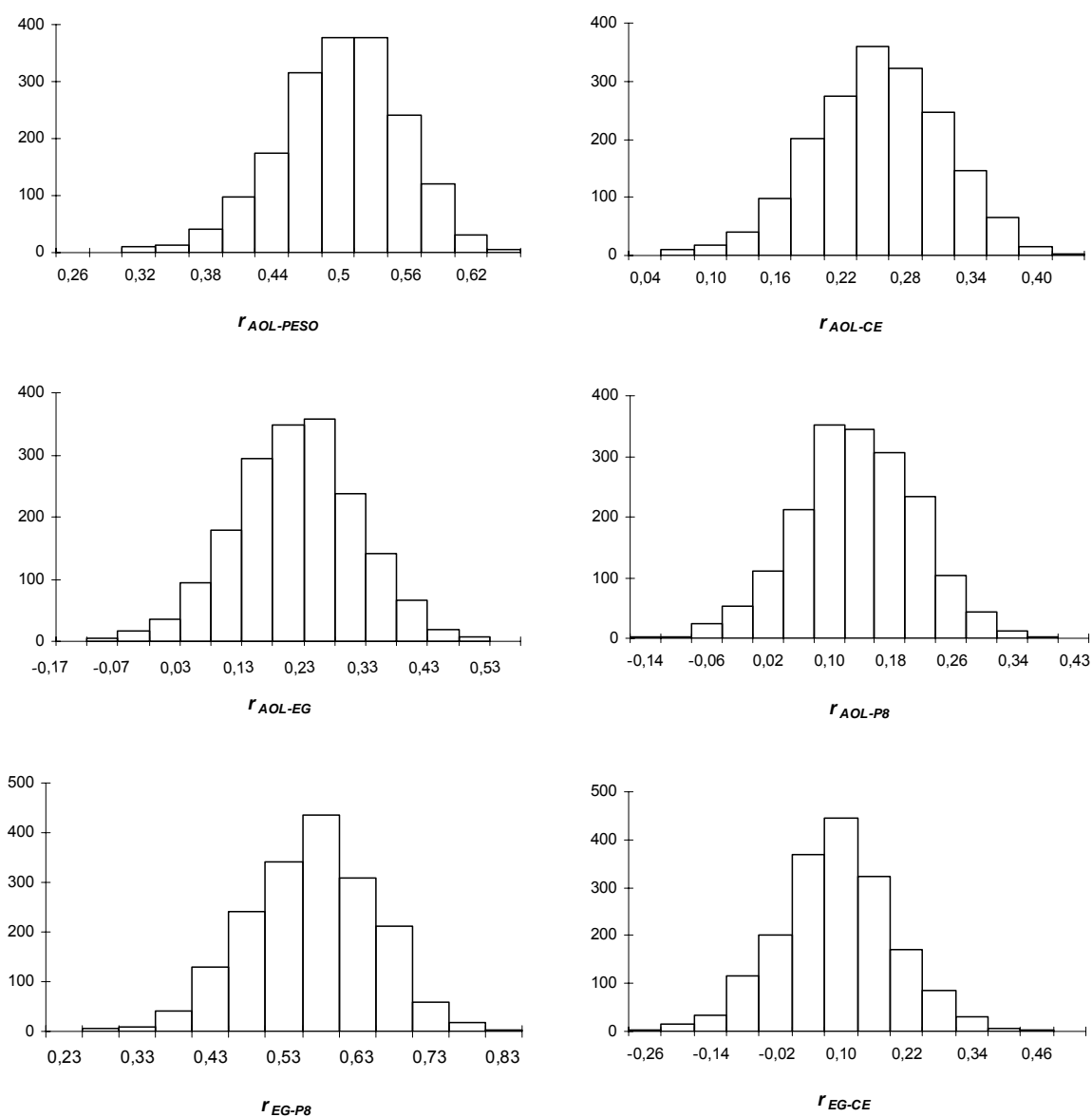


Figura 5. Histogramas das estimativas das densidades posteriores das correlações genéticas entre as características de crescimento, reprodutivas e de carcaça.

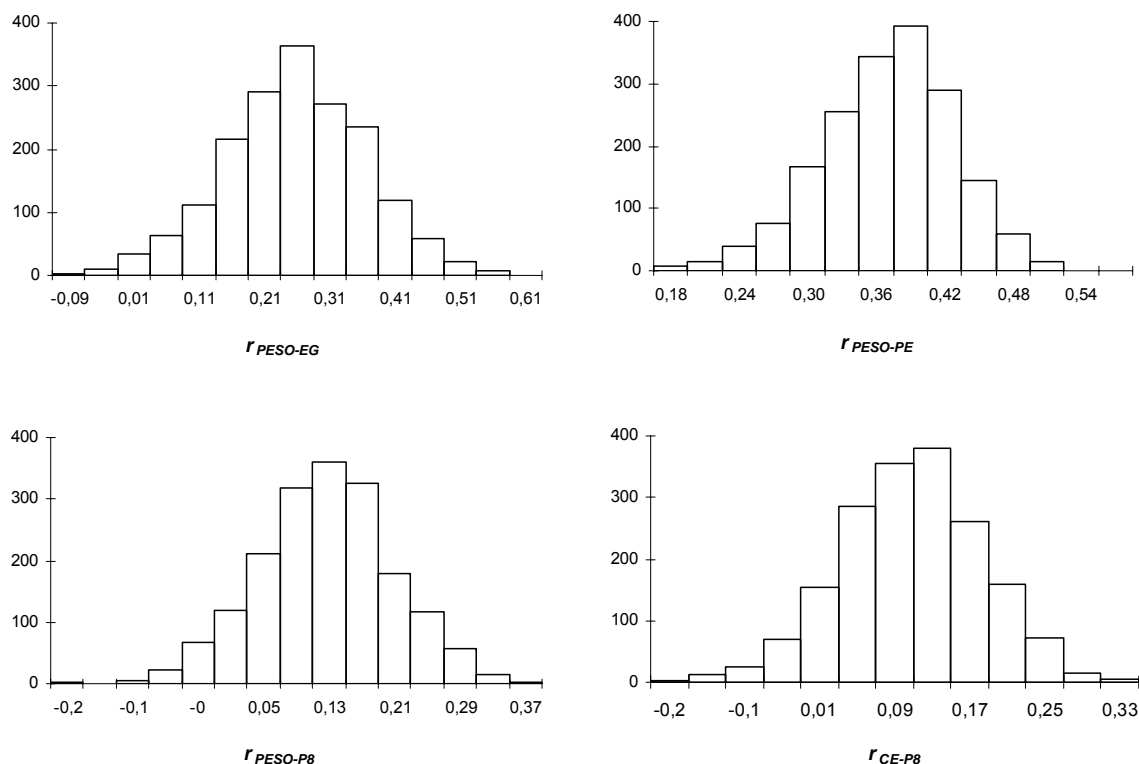


Figura 6. Histogramas das estimativas das densidades posteriores das correlações genéticas entre as características de crescimento, reprodutiva e de carcaça.

As estimativas dos componentes de (co)variância e dos parâmetros obtidas neste estudo mostraram-se semelhantes com os encontrados em vários trabalhos existentes na literatura. Os critérios utilizados na implementação do GS mostraram-se adequados para as análises conduzidas neste trabalho. As estimativas das densidades marginais dos parâmetros em estudo sugerem que o GS é um método adequado para estimação de componentes de (co)variância envolvendo dados de campo, resultando em estimativas consistentes e confiáveis.

Os resultados apresentados com a utilização do esquema de cadeia longo (200.000 ciclos) na implementação do GS permitiram ao Amostrador de Gibbs alcançar a convergência nas distribuições marginais posteriores dos componentes de (co)variância estudados. Antes da definição do tamanho de cadeia utilizado neste estudo foram testadas cadeias de 100.000 a 1.000.000 ciclos, para definição da acurácia das estimativas das densidades posteriores.



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método da Amostragem de Gibbs possibilitou a estimação de distribuições posteriores dos componentes de (co)variância e parâmetros genéticos, e mostrou ser um método apropriado para utilização em dados de campo, desde que corretamente implementado. O método permitiu a visualização das distribuições das estimativas de herdabilidade e de correlações genéticas e que não foi possível quando se emprega o método da Máxima Verossimilhança Restrita, que fornece estimativas pontuais.

Os valores estimados para herdabilidade de características de carcaça apresentaram valores altos. Conseqüentemente, são características passíveis de melhora genética mediante a seleção. Em virtude das diferenças apresentadas na literatura, maiores estudos são necessários sobre as correlações genéticas entre características de carcaça e reprodutivas.

As análises bicaráter para obtenção de estimativas de correlações genéticas entre as principais características de interesse econômico fornecem informações de extrema importância para o selecionador, possibilitando a critério do criador, a seleção das características que são mais fáceis de serem trabalhadas. O conhecimento das associações genéticas entre características é importante para o desenvolvimento de estratégias de melhoramento que tenham por fim otimizar o progresso genético simultâneo de características de interesse econômico, biológico e até social.

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que as características AOL e EG, medidas por meio da técnica de ultra-sonografia, apresentam variabilidades genéticas suficientes para serem incorporados em programas de melhoramento genético. Embora exista grande deficiência de informações quanto ao comportamento biológico das características de carcaça e suas relações com características de crescimento e reprodutivas, os parâmetros genéticos indicam resultados promissores para implementação a campo.

Considerando que o ponto principal para aumento da competitividade da cadeia produtiva de carne bovina no Brasil seria a melhoria da qualidade e uniformidade das carcaças, estudos mais detalhados a respeito do

comportamento biológico das características de carcaça relacionadas a características de crescimento e reprodutivas são fundamentais para atingir o aumento da produtividade.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANUALPEC - Anuário da pecuária brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2002. 400p.
2. ANUALPEC 2003. Anuário da Pecuária Brasileira. 10 ed. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativos, 2003. 400p.
3. ANUALPEC - Anuário da pecuária brasileira. NEHMI, I.M.D., NEHMI FILHO, V.A., FERRAZ, J.V. [Coordenadores]. São Paulo: Argos, 2000. 392p.
4. ALENCAR, M.M. Critérios de seleção e moderna pecuária bovina de corte brasileira. In: IV Simpósio Nacional de Melhoramento Animal. 2002. Disponível em: [www.sbmaonline.org.br](http://www.sbmaonline.org.br). Acessado em: 2 de novembro de 2004.
5. ARAUJO, F.R. da C.; MANICARDI, F.; HOFIG RAMOS, J.R.; MAGNABOSCO, C. de U.; FAMULA, T.C.; SAINZ, R.D. The use of ultrasound to evaluate growth and carcass quality in Nelore cattle. *J. Anim. Sci.* v.83, 2004.
6. ARNOLD, J.W.; BERTRAND, J.K.; BENYSHEK L.L.; LUDWING, C. Estimates of genetic parameters of live animal ultrasound actual carcass data, and growth traits in beef cattle. *J. Anim. Sci.* v.69, p. 985. 1991.
7. AREVALO, K.B. de O.; JARDIM, P.O.de C.; OSORIO, J.C.S. et al. Espessura da gordura de cobertura e área do músculo *Longissimus dorsi* no peso e composição física de cortes do serrote. In: *Revista Brasileira de Agrociência*, v.3, nº 1, 43-49, 1997.
8. AZEVEDO, J. H. O comercio da carne bovina. In: Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: processamento da carne bovina. Embrapa Gado de Corte, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e pequenas empresas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 184p.

9. BERGMANN, J.A.G. Objetivos e critérios de seleção. In: 4º Workshop: Seleção em bovinos de corte, Ribeirão Preto – SP. p.1-8, 2003. Cd-rom.
10. BERTRAND, J.K.; GREEN, R.D; HERRING, W.O.; MOSER, D.W. Genetic evaluation for beef carcass traits. *J. Anim. Sci.* v.79, p. 190-200. 2001.
11. BIFFANI, S.; MARTINS FILHO, R.; GIORGETTI, A.; BOZZI, R.; LIMA, F.A.M. Parâmetros ambientais e genéticos sobre crescimento ao ano e ao sobreano de bovinos Nelore, criados no Nordeste d Brasil. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.28, p. 468-473, 1999.
12. BISCEGLI, C.I. Conceitos da física do ultra-som. In: 1º Workshop de ultrasonografia para avaliação de carcaça bovina. Pirassununga – SP. 2004.
13. BLASCO, A. The Bayesian controversy in animal breeding. *J. Ani. Sci.* V. 9, p.2023-2046.2001.
14. BLISKA, F.M.M., GONÇALVES, J.R. Cadeia produtiva e qualidade carne bovina no Brasil. In: Workshop: Qualidade da Carne e Melhoramento Genético de Bovinos de Corte. São Carlos – SP, 1998, p.7-20.
15. BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D.; VAN TASSEL, C.P.; KACHMAN, S.C. A manual for use of MTDFREML: A set of programs to obtain estimates of variance and covariances. U.S.A. 1995.
16. BRASIL. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Padronização dos cortes da carne bovina. Brasília: MAPA/ SNAD/ SIPA, 1990. 98p.
17. CREWS JR, D.H.; KEMP, R.A. Contributions of preweaning growth information and maternal effects for prediction of carcass trait breeding values among crossbred beef cattle. *J. Anim. Sci.* v.79, p.17-25. 2001.

18. CREWS JR., D.H.; POLAK, E.J.; WEABER, R.L.; QUAAS, R.L.; LIPSEY, R.J. Genetic parameters for carcass traits and their live animal indicators in Simmental cattle. *J. Anim. Sci.*, v.81, p.1427-1433. 2003.
19. DIAS, D.S.O. Análise Genética de características de crescimento e de reprodução de animais da raça Nelore criados na região Centro-Oeste do Brasil. Jaboticabal. 2002. 117 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. 2002
20. DIAS, L.T.; FARO, L.E.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecia*. v. 32, nº 6. p.1878-1882. 2003.
21. DU BOSE, L.E.; CARTWRIGHT, T.C.; COOPER, R.J. Predicting steak and roast meat from production and carcass trait. *J. Anim. Sci.*, v.26, p.688-693, 1967.
22. ELER, J.P. Utilização de modelos animais unicarater e multivariado na avaliação genética de bovinos da raça Nelore. Pirassununga, 1994. Tese (livre docência). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. 112p. 1994.
23. ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; SILVA, P.R. Parâmetros genéticos para peso, avaliação visual e circunferência scrotal na raça Nelore, estimados por modelo animal. *Arq. Brás. Méd. Vet. Zootec*, 48: 203-2013. 1996.
24. ELER, J.P.; DIAS, F.; FERRAZ, J.B.S. Impacto da seleção para precocidade sexual na raça Nelore. In: 4º Workshop: Seleção em bovinos de corte. Ribeirão Preto – SP. 2003. cd-rom.
25. 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.*, v.30, n.6, p.872-879. 1970.

26. FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C. de U.; REYES, A. de los.; LÔBO, R.B.; BECERRA, L.A.F.; BARBOSA, V.; HEITOR DE PAULA, E.J. Inferência Bayesiana para estimação de parâmetros genéticos de características de crescimento de bovinos da raça Nelore. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, 2004. Campo Grande - MS. Cd-rom.
27. FARIA, C.U. Inferência Bayesiana no estudo genético quantitativo de características reprodutivas e de crescimento de bovinos da raça Nelore. Goiânia. 2003. 86p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária. Universidade Federal de Goiás.
28. FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.de U.; REYES, A. de los; LOBO, R.B.; BARBOSA, V.; SAINZ, R.D. Importância da utilização de valores iniciais informativos e período de descarte amostral na implementação de uma análise Bayesiana para estimação de parâmetros genéticos no peso ao desmame na raça Nelore. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36, 2002a . Recife-PE. Cd-rom.
29. FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.de U.; REYES, A. de los; LOBO, R.B.; BARBOSA, V.; SAINZ, R.D. Uso da Amostragem de Gibbs na estimação de parâmetros genéticos para peso ao desmame na raça Nelore: período de descarte amostral, utilizando valores iniciais não informativos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36 , 2002b . Recife-PE. Cd-rom.
30. FAULKNER, D.B.; PARRETT, D.F.; MEKEITH, F.K.; BEGER, L.L. Prediction of fat cover and carcass composition from live and carcass measurements. *J. Anim. Sci.*, v.68, p.604-610. 1990.
31. FERRAZ, J.B.S.; MARCONDES, C.R. LOBO, R.B., ELER, J.P. Avaliação genética de reprodutores e DEPs para qualidade da carcaça. In: 1º Workshop de ultra-sonografia para avaliação da carcaça bovina. Pirassununga- SP, 2004. p. 1-15.

32. FIGUEIREDO, L.G.G.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; OLIVEIRA, F.F.; SHIMBO, M.V. JUBILEU, J. da S. Componentes de variância para área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea. In: III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal. Belo Horizonte – MG. p.385-387. 2000. Disponível em: [www.sbmaonline.org.br](http://www.sbmaonline.org.br).
33. FONSECA, V.O.; SANTOS, N.R.; MALISKI, P.R. Classificação andrológica de touros zebus (*Bos taurus indicus*) com base no perímetro escrotal e características morfo-físicas do sêmen. Revista Brasileira de Reprodução Animal. V. 21, nº 2, p. 347-359. 1997.
34. FOREST, R.J., ABERLE, E.D., HEDRICK, H.B. Fundamentos da Ciência de la Carne. Zaragoza, Acribia, 1979. 360p.
35. GIANOLA, D.; RODRIGUEZ, S.; SHOOK, G.E. The Gibbs Sampler in the animal model: a primer. Séminaire Modele Animal. INRA Departament de Genetique Animale. Ed. J.L.Fouilly y Molenat, p. 47-56, 1994.
36. GREISER, S.P.; ROUSE, G.H.; WILSON, D.E.; CUNDIFF, L.V.; WHEELER, T.L. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and *Longissimus* muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v.81, p.676-682, 2003.
37. GRIFFIN, D.B.; SAVELL, J.W.; RECIO, H.A.; GARRETT, R.P.; CROSS, H.R. Predicting carcass composition of beef cattle using ultrasound technology. *J. Anim. Sci.*, v. 77, p. 889-892. 1999
38. HAMLIN, K.E.; GREEN, R.D., CUNDIFF, L.V.; WHEELER, T.L.; DIKEMAN, M.E. Real time ultrasound measurement of fat thickness and *Longissimus* muscle area: II. Relationship between real-time ultrasonic measures and carcass retail yield. *J. Anim. Sci.*, v.73, p. 1725-1734. 1995.

39. HANSSEN, A.; WILSON, D.E.; ROUSE, G.H. Evaluation of carcass, live, and real time ultrasound measures in feedlot cattle: II. Effects of different age and points on the accuracy of predicting the percentage of retail product, retail product weight, and hot carcass weight. *J. Anim. Sci.*, v.77, p. 283-290. 1999.
40. HERRING, W.O.; MILLER, D.C.; BERTRAND, J.K. Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v. 72, p. 2216-2226. 1994.
41. HOUGHTON, P.L. Application of ultrasound in commercial feedlots and beef breeding programs. p.89-99. Beef Improvement Fed. Proc. Albuquerque, NM. 1988.
42. HOUGHTON, P.L.; TURLINGTON, L.M. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: A review. *J. Anim. Sci.*, v. 70, p. 930-941. 1992.
43. JOHNSON, M.Z.; SCHALLES, R.R.; DIKEMAN, M.E.; GOLDEN, B.L. Genetic Parameter estimates of ultrasound measured *Longissimus* muscle area and 12<sup>th</sup> rib fat thickness in Brangus cattle. *J. Anim. Sci.*, v.71, p. 2623-2630. 1993.
44. KOCH, R.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY K.E. Heritabilities and genetic, environmental and phenotypic correlations of carcass traits in a population of diverse biological types and their implications in selection programs. *J. Anim. Sci.*, v.55, p.1319-1328, 1982.
45. KOOTS, K.R.; GIBSON, J.P.; WILTON, J.W. 1. Analyses of published genetic parameters estimates for beef production traits. 2. Phenotypic and genetics correlations. *Anim. Breed. Edinburgh*, v. 62, nº 11. p.199-202. 1994.
46. LAZZARINI NETO, S. A culinária da carne e o churrasco brasileiro. 2. ed. Viçosa: Aprenda fácil, 2000. 114p.



47. LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N.O.; BEZERRA, L.A.F.; MAGNABOSCO, C.D.U. et al. Estimativa de componentes de (co)variância e herdabilidade para o peso real aos 120 dias de idade na raça Nelore usando análise bayesiana. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: SBZ, 1997. Cd rom.
48. LÔBO, R.N.B., MARTINS FILHO, R. Avaliação de métodos de padronização dos pesos corporais às idades de 205, 365 e 550 dias. *Rev. Bras. Zootec.*, v.31, n.4, p.1695-1706, 2002.
49. LOBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; OLIVEIRA, H.N.; MAGNABOSCO, C. de U.; ZAMBIANCHI, A.R.; ALBUQUERQUE, L.G.; BERGMANN, J.A.G. SAINZ, R.D. Avaliação genética de touros e matrizes da raça Nelore: Sumário 2004, Ribeirão Preto- SP, GEMAC – Departamento de genética – FMRP-USP. 122p. 2004.
50. MACHADO, P.F.A.; AQUINO, C.H.; GONÇALVES, T.M. Estimativas de parâmetros genéticos e critérios de seleção em características ponderais de bovinos da raça Nelore. *Ciências e Agrotec.*, v.23, nº1, p.197-204. 1999.
51. MAGNABOSCO, C. D U. Estimativas de parâmetros genéticos em características de crescimento de animais da raça Nelore usando os métodos de máxima verossimilhança restrita e amostragem Gibbs. 1997. 89p. Tese (Doutorado em Ciências). Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1997.
52. MAGNABOSCO, C.D.U., REYES, A. de los, MANUS, C.M., BORGES JÚNIOR, M.M. Estudo genético-quantitativo de características de crescimento em bovinos da raça Nelore nos Estados Unidos da América. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. *Anais*. Botucatu, SBZ, 1998, p.267-269.

53. MAGNABOSCO, C. de .U.; LÔBO, R.B.; FAMULA, T.R. Bayesian inference for genetic parameter estimation on growth traits for Nelore cattle in Brazil, using the Gibbs sampler. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, v.117, p. 169-188, 2000.
54. MAGNABOSCO, C. de. U.; FARIA, C.U.; REYES, A. de los; LOBO, R.B.; SAINZ, R.D. Implementação da Amostragem de Gibbs para estimação de componentes de (co) variância e parâmetros genéticos em dados de campo de bovinos Nelore. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados. 2001. 50p.
55. MAGNABOSCO, C. de. U.; FARIA, C.U.; REYES, A. de los; LOBO, R.B.; BARBOSA, V.; SAINZ, R.D. Requerimentos para implementação da Amostragem de Gibbs na estimação de parâmetros genéticos para peso ao desmame na raça Nelore: intervalo de utilização amostral. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileiras de Zootecnia, 39, Anais... ,2002a . Recife-PE. Cd-rom.
56. MAGNABOSCO, C. de U.; BARBOSA, V.; REYES, A. de los.; FARIA, C.U.; BARCELLOS, A. de O.; BALBINO, L. C. Avaliação da contribuição do componente genético no crescimento ao ano e sobreano de bovinos da raça Nelore, recriados em pastagens renovadas do Cerrado. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39, . Anais... 2002b . Recife-PE. Cd-rom.
57. MAGNABOSCO, C.de U.; ARAUJO, F.R.C.; MANICARDI, SAINZ, R.D.; REYES, A.B. de los.; BARBOSA, V. Padrões de crescimento e características de carcaça de tourinhos Nelore mocho, avaliados por ultra-sonografia em tempo real. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40, 2003a. Santa Maria-RS. Cd-rom.
58. MAGNABOSCO, C.de U.; DIAS, D.S. de O.; FARIA, C.U.; TONHATI, H.; LOBO, R.B.; REYES, A.B. de los. Estudo genético quantitativo do perímetro escrotal em análise multicaráter utilizando dados de campo de bovinos da raça

- Nelore. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40, 2003b. Santa Maria-RS. Cd-rom.
59. MAGNABOSCO, C. de U.; ARAUJO, F.R.C.; MANICARDI, F.; HOFIG RAMOS, J.R.; FARIA, C.U.; LOBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; FÂMULA, T.R.; SAINZ, R.D. The use of real time ultrasound to estimate variance components for growth and carcass traits in Nelore cattle. *J.Anim.Sci.*, v.83. 2004a.
60. MAGNABOSCO, C.de U.; MADUREIRA, A.P.; MANICARDI, F; BARBOSA, V.; BARIONI, L.G.; BEZERRA, L.A.F.; LOBO, R.B. Uso, interpretação e impacto das DEP's reprodutivas na raça Nelore. In: Seminário da Marca OB, 2, 2004b. Cuiabá-MT. Cd-rom.
61. MALHADO, C.H.M.; SOUZA, J.C.; SILVA, L.O.C.; FERRAZ FILHO, P.B. Correlações genéticas, fenotípicas e de ambiente entre os pesos de várias idades em bovinos da raça Guzerá no estado de São Paulo. *Veterinary Science*. V.7, nº 1, p.71-75. 2002.
62. MASCIOLI, A.S.; ALENCAR, M.M.; BARBOSA, P.F.; NOVAES, A.P. de.; OLIVEIRA, M.C.S. Estimativas de parâmetros genéticos e proposição de critérios de seleção para pesos na raça Canchim. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.25, nº1, p. 72-82. 1996.
63. MAY, S.G., MIES, W.L., EDWARDS, J.W. ET AL. Using live estimates and ultrasound measurements to predict beef carcass cutability. *J.Anim.Sci.*, v.78, p.1255-1262. 2000.
64. MCLAREN, D.G.; NOVAKOFSKI, J.; PARRETT, D.F.; SIRGH, S.D.; NEUMANN, K.R.; MAKEITH, F.K. A study of operator effects on ultrasonic measures of fat depth and longissimus muscle area in cattle, sheep and pigs. *J. Anim. Sci.*, v. 69, p.54. 1991.

65. MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; REYES, A. de los. Parâmetros genéticos para características de crescimento em cebuínos de carne. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, Memórias, v.3, n.1, p.45-89, 1995.
66. MEYER, K.; HAMMOND, K.; MACKINNON, M.J. Estimates of covariances between reproduction and growth in Australian beef cattle: *Journal of Animal Science*, v.69, p.3533-3543, 1991.
67. MILAGRES, J.C.; ARAUJO, C. R. de.; TEIXEIRA, N.M.; TORRES, R. de A. Influência de meio e herança sobre os pesos ao nascer, aos 205 e 365 dias de idade em animais Nelore criados no Nordeste do Brasil. *Ver. Brás. Zootec.*, Viçosa, v. 22, nº 3, p. 455-465, 1993.
68. MILLER, R.K. Avaliação instrumental da qualidade d carne. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de carnes, 1, 2001, São Pedro, Anais...Campinas: ITAL, p.179-184. 2001.
69. MIRANDA, S.H.G.; MOTTA, M.A.S.B. Exportação de carne bovina brasileira: evolução por tipo e destino. Disponível em: [www.cepea.esalq.usp.br](http://www.cepea.esalq.usp.br). Acessado em: 28 de junho de 2004.
70. MORAES, J.C.F.; HORN, M.M.; ROSADO Jr., A. G. Exame andrológico em touros e qualidade dos indicadores da aptidão reprodutiva em distintos grupos raciais. *Ciência Rural*, v. 28, p. 647-652, 1998.
71. MOSER, D.W.; BERTRAND, J.K.; MISZTAL, I. Genetic Parameter Estimates for Carcass and Yearling Ultrasound Measurements in Brangus Cattle. *J. Anim. Sci.*, v. 76, p. 2542-2548. 1998.
72. MOURA, A. de A. A.; RODRIGUES, G.C.; MARTINS FILHO, R. Desenvolvimento ponderal e testicular, concentrações periféricas de testosterona e características de abate em touros da raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.* , v.31, nº 2, p. 934-943. 2002.

73. PADUA, J.T.; MAGNABOSCO, C. de U.; SAINZ, R.D.; MIYAGI, E.S.; PRADO, C.S.; RESENDE, L.S. Efeitos de genótipo e condição sexual sobre o desempenho e características de carcaça de bovinos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, nº6, 2004.
74. PANETTO, J.C. de C.; LEMOS, D.C.; BEZERRA, L.A.F.; MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R.B. Estudo de características quantitativas de crescimento dos 120 aos 550 dias de idade em gado Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.31, nº2, p.668-674, 2002.
75. PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.dos; SOUZA, E.R.de; SANTOS, J.C. A Epopéia do Zebu – Um estudo zootécnico – econômico. Ed. Universidade Federal de Goiás: Goiânia – GO, 1996.126p.
76. PARIACOTE, F., VAN VLECK, L.D.; HUNSLEY, R.E. Genetic and phenotypic parameters for carcass traits of American Shorthorn beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v. 78, p. 1786-1795. 1998.
77. PEDROSO, E.K.; LOCATELI, A.L.; GROSSKLAUS, C. Avaliação funcional e carcaça do Nelore. In: Seminário Nacional de Criadores e Pesquisadores, 12, Ribeirão Preto – SP. p.1-11, 2003. Cd-rom.
78. PEDROSO, E.K., PEDROSO, P.K., LOCATELI, A.L, GROSSKLAUS, C. Marketing e cadeia produtiva da carne. p.105-109. In: Avaliação Genética de Touros e Matrizes da raça Nelore. 10 ed. 2004. 121p.
79. PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29 (6): 1676-1683, 2000.
80. PEREIRA, J.C.C. Melhoramento genético aplicado à produção animal. 4ed. Belo Horizonte: Editora FEPMVZ. 2004. 609p.

81. PEREIRA, J.C.C.; AYALA, J.M.N.; OLIVEIRA, H.N. Efeitos genéticos e não genéticos sobre a idade ao primeiro parto e intervalos entre partos de duas populações da raça Nelore. *Arq. Bras. Méd. Vet. Zootec.* 42:93-102. 1991
82. PERKINS, T.L.; GREEN, R.D.; HAMLIN, K.E. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and *longissimus* muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v.70, p. 1002-1010. 1992.
83. PERKINS, J.L. Ultrasonic Evaluation of beef cattle for carcass merit. Study Guide: Soutywest Missouri State University. 2001.
84. PINEDA, N.R. Aliança estratégicas e marketing para aumentar a competitividade da carne bovina. In: I Congresso do Boi Verde, 2001. Uberlândia. **Anais...** Uberlândia.MG – Brasil. 2001. p. 83.
85. KOOTS, K.R.; GIBSON, J.P.; SMITH, C.; WILTON, J.W. Analyses of published genetic parameter estimates for beef cattle production traits. 1. Heritability. *Anim. Breed. Abstrat.* v.62, p.309-338. 1994.
86. REVERTER, A.; JOHNSTON, D.J.; GRASER, H.N. WOLCOTT, M.L.; UPTON, W.H. Genetic analyses of live animal ultrasound and abattoir carcass traits Australian Angus and Hereford cattle. *J. Anim. Sci.*, v.78, p.1786-1795. 2000.
87. RODRIGUES, V.C.; ANDRADE, I.F. de; SOUSA, J.C.D. de; NETO, A. I.; RODRIGUES, V. de N. Avaliação da composição corporal de bubalinos e bovinos através do ultra-som. In: *Ciências agrotec., Lavras*, v.25, n.5, p.1174-1184. 2001.
88. ROBINSON, D.L.; HAMMOND, K.; McDONALDO. Live animal measurement of carcass traits: estimation of genetic parameters for beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v.71, p. 1128-1135. 1993.

- 89.ROCHA, C.E.; FRANCO, G.L. Cadeia produtiva da carne: Perspectivas e Tendências. In: ZOOTECH 2004, Brasília. Anais... Brasília. p.1-13. 2004.
- 90.ROSO, V.M.; SHENKEL, F.S. Tendência genética da idade ao primeiro parto de vacas Nelore. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36, Porto Alegre, Anais... SBZ, 1999.
- 91.SAINZ, R.D. Qualidade das carcaças e da carne bovina. In: Curso Qualidade da carne: Goiânia-GO. 2000.
- 92.SAINZ, R.D., ARAÚJO, F.R.C. Uso de Tecnologias de ultra-som no melhoramento do produto final carne. In: Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas, 5, 2002, Disponível em: <http://www.aval-online.com.br/artigostecnicos>. Acessado em 18/06/2003.
- 93.SAINZ, R.D.; ARAUJO, F.R.C.; MANICARDI, F.; RAMOS, J.R.H.; MAGNABOSCO, C.U.; BEZERA, L.A.F.; LOBO, R.B. Melhoramento genético da carcaça em gado zebuino. Seminário Nacional de Criadores e Pesquisadores, 12, Ribeirão Preto – SP, 2003, p.1-12.
- 94.SAS INSTITUTE INC.SAS/STAT<sup>TM</sup>. SAS user's guide for windows environment. 8.2 ed. Cary, SAS Institute Inc.2001. 842p.
- 95.SIQUEIRA, R.L.P.G.; OLIVEIRA, J.A.de.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; TONHATI, H. Análise da variabilidade genética aditiva de características de crescimento na raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, nº1, p.99-105, 2003.
- 96.SORENSEN, D. Gibbs Sampling in quantitative genetics. Intern Report, nº 82, Danish Institute of Animal. Department of Breeding and Genetics, Denmark, 1996.
97. SUGUISAWA, L. Ultra-sonografia para predição das características e composição da carcaça de bovinos. Piracicaba. 2002. 70p. Dissertação

(Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo.

98. TAROUCO, J. A história do ultra-som no Brasil. In: 1º Workshop de ultrasonografia para avaliação de carcaça bovina. Pirassununga – SP. 2004
99. TURNER, J.W.; PELTON, L.S.; CROSS, H.R. Using live animal ultrasound measures of ribeye area and fat thickness in yearling Hereford bulls. *J.Anim.Sci.*, v. 68, p.3502. 1990.
100. VAN TASSELL, C.P.; VAN VLECK, L.D. A Manual for use of MTGSAM – A set of Fortran programs to apply Gibbs Sampling to animal models for variance component estimation. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 1996.
101. WHEELER, T.L.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M.; CROUSE, J.D. Characterization of biological types of cattle (cycle IV): Carcass traits and *Longissimus* palatability. . *J.Anim.Sci.*, v. 74, p.1023-1035. 1996.
102. WILLIAMS, R.E; BERTRAND, J.K.; WILLIAMS, S.E.; BENYSHEK, L.L. Biceps femoris and rump fat as additional ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcass. *J. Anim. Sci.*, v.75, p.7-13. 1997.
103. WILSON, D.E. Application of ultrasound for genetic improvement. *J. Ani. Sci.*, v.70, p.973-983, 1992.
104. WILSON, D.E. Real time ultrasound evaluation of beef cattle. Study Guide. Iowa State University Ames. USA. 1995.
105. WILSON, D.E.; GRASER, H.U.; ROUSE, G.H. Prediction of carcass traits using live animal ultrasound. In: Proc.6<sup>th</sup> World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod., Armidale, New South, New South Wales. v. 23, p. 61-68. 1998.



106. WILSON, D.E. Laboratório centralizado de interpretação de imagens. In: Workshop de ultra-sonografia para avaliação de carcaça bovina. Pirassununga-SP, 2004.
107. ZIMMER, A.H.; EUCLIDES FILHO, K. As pastagens e a pecuária de corte brasileira. In: Simpósio Internacional sobre Produção Animal em Pastejo, 1997, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 1997, p.349-379.