

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ANDRÉA ROSELI VANÇAN RUSSO HORIMOTO

**Estimativas de parâmetros genéticos para
escores de estrutura corporal (*frame*) em
bovinos de corte da raça Nelore**

ANDRÉA ROSELI VANÇAN RUSSO HORIMOTO

**Estimativas de parâmetros genéticos para
escores de estrutura corporal (*frame*) em
bovinos de corte da raça Nelore**

Dissertação apresentada à
Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo, como
parte dos requisitos para a obtenção
do Título de Mestre em Zootecnia

Área de Concentração: Qualidade e
Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. José Bento
Serman Ferraz

FICHA CATALOGRÁFICA

preparada pela

Biblioteca da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo

H811e	<p>Horimoto, Andréa Roseli Vançan Russo</p> <p>Estimativas de parâmetros genéticos para escores de estrutura corporal (<i>frame</i>) em bovinos de corte da raça Nelore / Andréa Roseli Vançan Russo Horimoto – Pirassununga, 2005. 88 f.</p> <p>Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo. Departamento de Ciências Básicas. Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal. Orientador: Prof. Dr. José Bento Sterman Ferraz.</p> <p>Unitermos: 1. Parâmetros genéticos 2. Escores de <i>frame</i> 3. Estrutura corporal 4. Nelore 5. Melhoramento genético I. Título.</p>
-------	--

*Ao meu marido, Edson, pela dedicação, paciência
e apoio incondicional aos meus sonhos.
Com amor e eterna a gratidão.*

*Aos meus filhos, Danilo e Felipe,
a razão maior da minha vida.*

*Ao meu pai (in memoriam), que se dedicou intensamente
à realização dos meus sonhos.
Com muita saudade.*

*À minha mãe, pelas palavras de incentivo,
pela ajuda e carinho.
Com amor, muito obrigada.*

AGRADECIMENTOS

Ao *Prof. Dr. José Bento Serman Ferraz*, pela oportunidade e confiança na realização desse trabalho e pela orientação e amizade ao longo dos anos de convivência acadêmica e profissional.

Ao *Prof. Dr. Júlio César de Carvalho Balieiro*, pelo apoio, atenção e ensinamentos, fundamentais à concretização desse trabalho.

Ao *Prof. Dr. Joanir Pereira Eler*, pelos ensinamentos e pela importante contribuição.

À *Agro-Pecuária CFM Ltda.*, pela concessão dos dados para realização desse trabalho.

Ao *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)*, pelo apoio financeiro a essa pesquisa.

Aos amigos do GMA, *Sancho, Elisângela e Gerson*, agradeço especialmente pela contribuição a esse trabalho, pelo apoio e amizade.

Aos pós-graduandos do GMA, *Heloíse, Érica, Leila, Ivan, Marcelo, Rodrigo, Tércio, Sandra, Daniela e Aline*, pela ajuda e companherismo.

À *Sra. Tami* e ao *Sr. Antônio*, meus sogros, pelo carinho, dedicação e cuidado com o Danilo e com o Felipe nos meus momentos de ausência. Sem essa ajuda a realização desse sonho não teria sido possível.

À minha mãe, pela ajuda, dedicação e cuidado com o Danilo e com o Felipe nos meus períodos longos de ausência, fundamentais para a concretização desse trabalho.

Aos meus tios mais do que corujas *Israel* e *Sueli*, pela atenção, incentivo e presença constante nos momentos mais importantes da minha vida. Que Deus os abençoe.

Ao meu irmão, *Maurício*, minhas cunhadas *Patrícia* e *Fátima* e meus primos *Júlio*, *Cátia*, *Luís Fernando* e *Ana*. Obrigada pelo apoio e pela torcida.

Aos *Professores e Funcionários da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo*.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

*“ ... há sem dúvidas quem ame o infinito,
há sem dúvidas quem deseje o impossível,
há sem dúvidas quem não queira nada.
Há três tipos de idealistas, e eu, nenhum deles.
Porque amo infinitamente o finito,
porque desejo impossivelmente o possível,
porque quero tudo, ou um pouco mais,
se puder ser, ou até se não puder ser... ”*

FERNANDO PESSOA

*“ Não acredite em nada, não importa onde estiver escrito
ou quem tenha falado, mesmo que tenha sido eu,
a menos que a afirmação esteja de acordo com sua própria razão
e seu próprio senso comum. ”*

BUDA

RESUMO

HORIMOTO, A.R.V.R. **Estimativas de parâmetros genéticos para escores de estrutura corporal (frame) em bovinos de corte da raça Nelore.** 2005. 88 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

O presente trabalho teve como objetivo obter estimativas de parâmetros genéticos para escores de *frame* estimados por modelos propostos a partir da análise de dados de animais zebuínos (*FRAME_GMA*) e pelas equações propostas pela Federação Americana de Melhoramento de Gado de Corte (Beef Improvement Federation) (*FRAME_BIF*), bem como verificar as correlações entre escores de *frame* obtidos pelas duas metodologias e entre cada um dos escores e as variáveis independentes consideradas em avaliações genéticas de bovinos de corte da raça Nelore. Foram analisados dados de 12.728 animais provenientes de dois rebanhos da Agro-Pecuária CFM Ltda., com idades entre 490 a 610 dias. Os modelos de melhor ajuste para *FRAME_GMA* incluíram altura de garupa aos 18 meses, peso aos 18 meses e interação altura e peso. As estimativas de herdabilidade para *FRAME_GMA* e *FRAME_BIF* em análises uni-característica foram: $0,26 \pm 0,03$ e $0,23 \pm 0,03$, respectivamente; e, em análises bi-característica, essas estimativas foram 0,28 e 0,24, respectivamente. Os coeficientes de correlação fenotípica e genética de Pearson e de Spearman entre *FRAME_GMA* e *FRAME_BIF* para machos e fêmeas foram positivos e de alta magnitude, variando de 0,83 a 0,92. Os coeficientes de correlação fenotípica e genética entre cada escore de *frame* e as variáveis independentes altura de garupa, peso e idade na data da medida de altura foram sempre superiores para o *FRAME_GMA* em relação ao *FRAME_BIF*. Os parâmetros genéticos e os coeficientes de correlação indicam que o *FRAME_GMA* se adapta melhor ao conjunto de dados quando comparado ao *FRAME_BIF*. Outros estudos devem ser conduzidos para avaliar a aplicabilidade do modelo proposto a outras populações e em outras faixas etárias, bem como, estimativas de parâmetros

genéticos para escores de *frame* na raça Nelore.

Palavras-chave: parâmetros genéticos; escores de *frame*; estrutura corporal; Nelore; melhoramento genético

ABSTRACT

HORIMOTO, A.R.V.R. **Estimates of genetic parameters for body structure scores (frame) in Nelore beef cattle.** 2005. 88 f. M.Sc. Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

This research was carried out to estimate genetic parameters for estimated *frame* scores for models proposed from the analysis of data of Nelore beef cattle (*FRAME_GMA*) and for the equations proposed by Beef Improvement Federation (*FRAME_BIF*), as well, to verify the correlations among *frame* scores obtained by the two methodologies and among each one of the scores and the independent variables considered in genetic evaluations of Nelore beef cattle. Data of 12,728 animals from Agro-Pecuária CFM Ltda. were analyzed, with ages between 490 and 610 days. The models of better adjustment for *FRAME_GMA* included hip height at 18 months, weight at 18 months and interaction height and weight. Estimates of heritability for *FRAME_GMA* and *FRAME_BIF* in single trait analysis were: 0.26 ± 0.03 and 0.23 ± 0.03 , respectively; and, in mult trait analysis, these estimates were 0.28 and 0.24, respectively. The coefficients of phenotypic and genetic Pearson and Spearman correlations between *FRAME_GMA* and *FRAME_BIF* for males and females were positive and high magnitude, varying from 0.83 to 0.92. The coefficients of phenotypic and genetic correlation between each one of the *frame* scores and the independent variables hip height, weight and age at height measurement always went higher to *FRAME_GMA* than *FRAME_BIF*. The genetic parameters and the correlation coefficients indicate that *FRAME_GMA* was better than *FRAME_BIF*. Other studies were necessary to evaluate the applicability of the proposed model to other populations and in other age groups, as well, estimates of genetic parameters for *frame* scores in Nelore beef cattle.

Keywords: genetic parameters; frame scores; body structure; Nelore; genetic improvemet

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Crescimento e ganho de peso comparativo entre frames grande e pequeno.....26.
- Figura 2 - Composição de músculos, ossos e gordura em relação ao frame.....27
- Figura 3 - Taxa de parição de vacas primíparas em relação ao frame e às condições de ambiente.....34
- Figura 4 - Distribuição de freqüências dos escores de FRAME_BIF em machos.....55
- Figura 5 - Distribuição de freqüências dos escores de FRAME_BIF em fêmeas.....55
- Figura 6 - Distribuição de freqüências dos escores de frame atribuído (FRAME_AT) em machos.....56
- Figura 7 - Distribuição de freqüências dos escores de frame atribuído (FRAME_AT) em fêmeas.....57
- Figura 8 - Distribuição de freqüências dos escores de FRAME_GMA em machos.....61
- Figura 9 - Distribuição de freqüências dos escores de FRAME_GMA em fêmeas.....62
- Figura 10 - Distribuição comparativa de freqüências dos escores de FRAME_GMA e FRAME_BIF em machos.....62

- Figura 11 - Distribuição comparativa de freqüências dos escores de FRAME_GMA e FRAME_BIF em fêmeas.....63
- Figura 12 - Estimativas de herdabilidade para efeito genético direto e da fração da variância fenotípica devida ao ambiente obtidas em análises uni-característica para escores de FRAME_GMA e FRAME_BIF pelo método de máxima verossimilhança restrita (REML).....64
- Figura 13 - Estimativas de herdabilidade para efeito genético aditivo direto para escores de FRAME_GMA, escores de FRAME_BIF, peso aos 18 meses (PES18), peso à desmama (PESDES), ganho de peso da desmama ao sobreano (GP_345) e perímetro escrotal aos 18 meses (PE18) obtidas em análises bi-característica pelo método de máxima verossimilhança restrita (REML).....68
- Figura 14 - Coeficientes de correlação fenotípica (acima) e genética (abaixo) de Pearson e de Spearman entre escores de frame (FRAME_GMA e FRAME_BIF) e características idade na data da medida de altura de garupa (ID_ALT18), peso aos 18 meses (PES18) e altura de garupa aos 18 meses (ALT18) em machos.....70
- Figura 15 - Coeficientes de correlação fenotípica (acima) e genética (abaixo) de Pearson e de Spearman entre escores de *frame* (FRAME_GMA e FRAME_BIF) e características idade na data da medida de altura de garupa (ID_ALT18), peso aos 18 meses (PES18) e altura de garupa aos 18 meses (ALT18) em fêmeas.....71

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Características comparativas em relação à classificação de frame.....25
- Tabela 2 - Estimativas de herdabilidade (h^2) para peso adulto em raças bovinas de corte, segundo método de estimação e autor.....36
- Tabela 3 - Estimativas de herdabilidade (h^2) para altura de garupa em raças bovinas de corte, segundo método de estimação e autor.....37
- Tabela 4 - Estatística descritiva para as características altura de garupa aos 18 meses (ALT18), idade na data da medida de altura de garupa (ID_ALT18), peso aos 18 meses (PES18), peso à desmama (PESDES), idade na data da desmama (IDADEDES), ganho de peso da desmama ao sobreano (GP_345), perímetro escrotal aos 18 meses (PE18) e escores visuais para musculosidade aos 18 meses (MUSC18) em machos.....44
- Tabela 5 - Estatística descritiva para as características altura de garupa aos 18 meses (ALT18), idade na data da medida de altura de garupa (ID_ALT18), peso aos 18 meses (PES18), peso à desmama (PESDES), idade na data da desmama (IDADEDES), ganho de peso da desmama ao sobreano (GP_345) e escores visuais para musculosidade aos 18 meses (MUSC18) em fêmeas.....44
- Tabela 6 - Atribuição dos escores de frame (FRAME_AT) em função das classes de peso aos 18 meses (PES18) e altura de garupa aos 18 meses (ALT18).....46

Tabela 7 -	Classes de idade da mãe ao parto (CIMP), segundo idade da mãe ao parto (em meses) e número de observações em cada classe (N).....	48
Tabela 8 -	Estatística descritiva para a característica escores de FRAME_BIF por sexo.....	56
Tabela 9 -	Estatística descritiva para a característica escores de frame atribuído (FRAME_AT) por sexo.....	57
Tabela 10 -	Sumário das estatísticas R^2 , C(p) e QMR para as variáveis altura de garupa aos 18 meses (ALT18), peso aos 18 meses (PES18) e para a interação entre as variáveis (ALT18 x PES18) no modelo para estimação de escores de FRAME_AT em machos.....	58
Tabela 11 -	Sumário das estatísticas R^2 , C(p) e QMR para as variáveis altura de garupa aos 18 meses (ALT18), peso aos 18 meses (PES18) e para a interação entre as variáveis (ALT18 x PES18) no modelo para estimação de escores de FRAME_AT em fêmeas.....	59
Tabela 12 -	Valores médios, mínimos e máximos para os escores de FRAME_GMA que extrapolaram a faixa de variação de 1 a 12, por sexo.....	60
Tabela 13 -	Estatística descritiva para a característica escores de FRAME_GMA por sexo.....	61
Tabela 14 -	Estimativas de componentes de co(variância) e de parâmetros genéticos para análises uni-característica de escores de FRAME_GMA, escores de FRAME_BIF, altura de garupa aos 18 meses (ALT18), peso aos 18 meses (PES18), peso à desmama (PESDES), ganho de peso da desmama ao sobreano (GP_345),	

perímetro escrotal aos 18 meses (PE18) e escores visuais para musculidade aos 18 meses (MUSC18) obtidas pelo método de máxima verossimilhança restrita (REML).....67

Tabela 15 - Estimativas de componentes de co(variância) obtidas em análises bi-característica, tendo frame como característica âncora, entre escores de *FRAME_GMA*, escores de *FRAME_BIF* e altura de garupa aos 18 meses (ALT18), peso aos 18 meses (PES18), peso à desmama (PESDES), ganho de peso da desmama ao sobreano (GP_345) e perímetro escrotal aos 18 meses (PE18) pelo método de máxima verossimilhança restrita (REML).....69

Tabela 16 - Coeficientes de correlação fenotípica Momento-Produto de Pearson e de Spearman entre os escores de *frame* (*FRAME_GMA* e *FRAME_BIF*), o índice CEIP (I_CEIP) e as características peso à desmama (PESDES), ganho de peso da desmama ao sobreano (GP_345), escores visuais para musculidade aos 18 meses (MUSC18) e perímetro escrotal aos 18 meses (PE18) por sexo.....72

Tabela 17 - Estimativas de altura de garupa (em cm) em relação à idade dos animais e aos escores de *FRAME_GMA* para machos.....73

Tabela 18 - Estimativas de altura de garupa (em cm) em relação à idade dos animais e aos escores de *FRAME_GMA* para fêmeas.....73

LISTA DE SIGLAS

ABCZ	-	Associação Brasileira de Criadores de Zebu
ALT18	-	Altura de garupa aos 18 meses
BIF	-	<i>Beef Improvement Federation</i>
CEIP	-	Certificado Especial de Identificação e Produção
CIMP	-	Classe de idade da mãe ao parto
CV	-	Coeficiente de variação
DEP	-	Diferença Esperada na Progenie
DP	-	Desvio-padrão
FRAME_AT	-	Escore de frame atribuídos segundo classes de peso e altura aos 18 meses de idade
FRAME_GMA	-	Escore de FRAME_GMA
FRAME_BIF	-	Escore de FRAME_BIF
GC	-	Grupo de contemporâneos
GMA	-	Grupo de Melhoramento Animal
GMAN18	-	Grupo de manejo na pesagem aos 18 meses de idade
GMANALT18	-	Grupo de manejo na medida de altura de garupa aos 18 meses de idade
GMANDES	-	Grupo de manejo na pesagem da desmama
GMANPE18	-	Grupo de manejo na medida de perímetro escrotal aos 18 meses de idade

GP_345	- Ganho de peso da desmama ao sobreano
IDADE18	- Idade do animal na data da pesagem aos 18 meses
IDADEDES	- Idade do animal na data da pesagem da desmama
IDADEPE18	- Idade do animal na data da medida de perímetro escrotal aos 18 meses
ID_ALT18	- Idade do animal na data da medida de altura de garupa aos 18 meses
MAX	- Valor máximo
MAPA	- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MIN	- Valor mínimo
MTDFREML	- <i>Multiple Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood</i>
MUSC18	- Escores visuais para musculosidade aos 18 meses de idade
N	- Número de observações
PE18	- Perímetro escrotal aos 18 meses de idade
PES18	- Peso aos 18 meses de idade
PESDES	- Peso à desmama
QM	- Quadrado mínimo
QMR	- Quadrado médio do resíduo
REML	- Máxima verossimilhança restrita
SAS®	- <i>Statistical Analysis System</i>
USDA	- <i>United States Department of Agriculture</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

cm	- centímetros
kg	- Kilograma
%	- Porcentagem
\bar{X}	- Média
S	- Desvio-padrão amostral
σ_a^2	- Variância genética aditiva direta
σ_m^2	- Variância genética aditiva materna
σ_{am}	- Covariância entre os efeitos genéticos aditivos direto e maternos
σ_c^2	- Variância devido ao efeito permanente de ambiente
σ_e^2	- Variância de ambiente
σ_g	- Desvio-padrão genético
σ_p^2	- Variância fenotípica
h_a^2	- Estimativa de herdabilidade para efeitos genéticos aditivos diretos
h_m^2	- Estimativa de herdabilidade para efeitos genéticos maternos
r_{am}	- Correlação entre efeito genéticos direto e materno
c^2	- Fração da variância fenotípica devido ao ambiente permanente
e^2	- Fração da variância fenotípica devida ao ambiente

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO DA LITERATURA	23
2.1 Interferências do frame na adaptabilidade ao ambiente	29
2.2 A influência do frame e de características indicativas do frame na eficiência produtiva de bovinos de corte	31
2.2.1 Frame	31
2.2.2 Peso adulto	35
2.2.3 Altura	37
2.3 Certificado Especial de Identificação e Produção (CEIP)	39
3 MATERIAL E MÉTODOS	41
3.1 Material	41
3.1.1 Formação do banco de dados	42
3.2 Métodos	45
3.2.1 Escores de FRAME_BIF	45
3.2.2 Escores de FRAME_AT	45
3.2.3 Escores de FRAME_GMA	47
3.2.4 Estimação de parâmetros genéticos	47
3.2.5 Correlações fenotípicas e genéticas entre escores de frame e o índice para classificação de animais para CEIP	52

4 RESULTADOS	54
4.1 Escores de FRAME_BIF	54
4.2 Escores de FRAME_AT	56
4.3 Escores de FRAME_GMA	59
4.4 Estimação de parâmetros genéticos	63
4.4.1 Estimativas de herdabilidade e de componentes de (co)variância em análises uni-característica	63
4.4.2 Estimativas de herdabilidade e de componentes de (co)variância em análises bi-característica	64
4.4.3 Correlações fenotípicas e genéticas	65
4.4.4 Tabelas de escores de FRAME_GMA	66
5 DISCUSSÃO	74
5.1 Escores de FRAME_BIF	74
5.2 Escores de FRAME_GMA	75
5.3 Estimativas de herdabilidade	76
5.4 Correlações fenotípicas e genéticas	78
5.5 Tabelas de escores de FRAME_GMA	80
6 CONCLUSÃO	81
REFERÊNCIAS	83

1 INTRODUÇÃO

A questão da estrutura corporal de bovinos de corte vem sendo tema de discussões que remontam ao princípio da aplicação das técnicas de melhoramento genético, sempre numa tentativa de idealizar um padrão de estrutura corporal que ao mesmo tempo atenda às exigências do mercado consumidor e apresente maior habilidade de adaptação às adversidades climáticas, nutricionais e sanitárias impostas pelo ambiente de criação.

Historicamente, os conceitos relacionados à estrutura corporal de bovinos de corte seguiram tendências ora ditadas por modismos de raça, ora por exigência dos sistemas produtivos. Hoje, a utilização de animais adequados ao sistema produtivo e às preferências de mercado, sejam elas quais forem, é um aspecto determinante para viabilizar a eficiência econômica da empresa pecuária e condição primordial para a permanência na atividade.

O agronegócio brasileiro tem alcançado ótimos resultados nos últimos anos. A produção de carne bovina registrou um aumento, entre os anos de 1990 e 2003, de 6,1% ao ano, com as exportações de carne in natura e industrializada crescendo 40% em 2003 e colocando o Brasil na liderança no ranking mundial de vendas no setor (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA), [200?]). Embora esse cenário seja bastante promissor, a sustentação desses resultados e mesmo sua ampliação estarão dependendo diretamente da melhoria dos índices zootécnicos, da eficiência do sistema de produção e do nível gerencial da cadeia produtiva como um todo. Dentro desse contexto mais globalizado, somente a utilização de unidades produtivas perfeitamente adaptadas ao ambiente possibilitarão uma relação custo-benefício da atividade mais vantajosa, permitindo a produção de carne a custos competitivos de mercado.

A pecuária brasileira, pela sua magnitude, permite a exploração de uma grande variedade de recursos genéticos, sendo conduzida sobre os mais diversos

tipos de ambiente, o que exige um manejo racional do complexo planta animal. A sazonalidade de produção e de qualidade das forrageiras tropicais, as quais atendem a maior parte da produção a pasto, exigem um manejo alimentar adequado para manutenção do desempenho dos animais em épocas de escassez o que, por muitas vezes, esbarra na necessidade de investimentos que acabam por elevar os custos de produção.

Diante dessas características, o que se torna, portanto, mais vantajoso: buscar a maximização do potencial genético dos animais através do investimento em recursos nutricionais e sanitários tentando proporcionar o que o ambiente natural não oferece, ou optar pela criação de animais adaptados, que consigam expressar todo o seu potencial genético em ambientes rústicos?

Existe uma grande variabilidade na estrutura corporal dentro e entre raças de bovinos de corte, cada qual com um nicho biológico e econômico específico, que, se manejadas adequadamente em ambientes apropriados, podem fornecer resultados bastante satisfatórios (CARTWRIGHT, 1979). Em ambientes livres de estresse e com alimentação farta, animais de grande estrutura corporal podem fornecer melhores respostas produtivas e econômicas, enquanto que em situações de estresse ou escassez de recursos são preferíveis animais mais rústicos e de estrutura corporal mediana. De maneira geral, em ambientes tropicais caracterizados pela escassez de alimentos e disponibilidade sazonal de forragem predominam raças de pequena e média estrutura corporal, em particular raças zebuínas (*Bos taurus indicus*), enquanto que em ambientes temperados com fartura de recursos naturais, são mais freqüentes raças de origem européia de estrutura corporal mediana e grande (ROSA, 1999).

Não há, portanto, uma estrutura corporal considerada ideal a todos os sistemas de produção. A disponibilidade de recursos nutricionais, as características do mercado consumidor e as condições de ambiente onde os animais estão inseridos irão ditar a estrutura corporal mais adequada para potencializar a produção.

Vários trabalhos têm sido publicados relacionando a estrutura corporal de bovinos de corte com características reprodutivas e ponderais (OLSON et al., [199?]; VARGAS et al., 2000; VARGAS et al., 1999). Essa relação com a eficiência tem levado à inclusão de características associadas ao tamanho, massa e estrutura dos animais, como medidas de altura, comprimento do corpo, perímetro torácico e peso

em programas de seleção genética. Embora o peso adulto tenha sido freqüentemente utilizado para controle da estrutura corporal em bovinos pela sua facilidade de aferição, muitas raças incorporaram a altura tomada na garupa do animal entre as medidas realizadas pelos programas de melhoramento genético, para uma investigação mais efetiva dos efeitos genéticos e ambientais da estrutura corporal na produção.

Buscando facilitar a interpretação e aplicabilidade, as medidas de altura na garupa são convertidas em escores de estrutura corporal ou *frame*, como é amplamente conhecido no meio técnico. Com o objetivo de otimizar a escrita, o termo estrutura corporal será tratado no desenvolvimento dessa discussão como *frame*.

O escore de *frame* é uma medida linear, indicativa do peso de abate ao qual animais de *frame* similar apresentarão a mesma composição de carcaça, ou seja, mesma tipificação ou grau de acabamento. Os escores de *frame*, portanto, devem ser monitorados com o objetivo de manter a estrutura corporal, o nível de acabamento e a taxa de maturação dentro de um intervalo considerado ideal para os recursos disponíveis, para o sistema de produção e para as especificações de mercado de cada rebanho (BIF, 2002).

No Brasil, os escores de *frame* têm sido estimados de maneira subjetiva por avaliações visuais ou a partir de equações recomendadas pela Federação Americana de Melhoramento de Bovinos de Corte (*Beef Improvement Federation – BIF*), específicas para machos e fêmeas e que consideram entre as variáveis independentes, medidas de altura na garupa e a idade do animal na data da medida. Essas equações, entretanto, podem não se aplicar adequadamente aos nossos rebanhos, uma vez que foram desenvolvidas a partir de registros de animais criados em condições adversas à realidade da pecuária brasileira.

O desenvolvimento de um modelo matemático para estimação de escores de *frame* em bovinos de corte que corresponda às práticas de manejo comumente utilizadas em sistemas de produção no Brasil é primordial para consolidação dessa característica como mais uma ferramenta à disposição dos produtores em processos de tomada de decisão no melhoramento genético e no gerenciamento dos rebanhos.

Portanto, os objetivos desse trabalho, como uma contribuição para o progresso das discussões desse tema, foram:

1. Estabelecer modelos matemáticos, específicos por sexo, para estimação de escores de *frame*, denominados *FRAME_GMA* , em bovinos de corte da raça Nelore;
2. Estimar os escores de *frame* mediante a aplicação das equações sugeridas por BIF (2002), denominados *FRAME_BIF* ;
3. Estimar componentes de (co)variância para *FRAME_GMA* e *FRAME_BIF*, utilizando a metodologia dos modelos mistos (modelo animal);
4. Estabelecer correlações fenotípicas e genéticas entre o *FRAME_GMA* e o *FRAME_BIF* e entre cada um deles e as variáveis independentes consideradas nos modelos matemáticos utilizados para estimação de ambos escores de *frame*;
5. Avaliar a magnitude das correlações fenotípicas e genéticas entre os escores de *frame* (*FRAME_GMA* e *FRAME_BIF*) e o índice utilizado atualmente na classificação dos animais para atribuição do Certificado Especial de Identificação e Produção (CEIP);
6. Estabelecer tabelas, por sexo, com estimativas de altura de garupa em função da idade do animal e do escore de *frame*, facilitando, assim, a aplicação da avaliação de escores de *frame* em campo.

Com a realização dessas ações, o objetivo específico do trabalho foi fornecer subsídios para incorporação dos escores de *frame* em programas de seleção genética, adequando a utilização dos recursos genéticos ao ambiente com vistas ao aumento da produtividade do rebanho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A estrutura corporal ou *frame* de um animal é um complexo caracterizado pelo peso associado ao grau de maturidade e ao sexo (CARTWRIGHT, 1979), estando relacionado, segundo o *UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA* (2000), ao tamanho esquelético do animal, representado pela sua altura e comprimento de corpo, em função da idade.

Sua expressão fenotípica, a priori, é um reflexo do processo de crescimento, um fenômeno biológico que se desenvolve a nível celular em termos da hiperplasia (multiplicação), hipertrofia (aumento do tamanho), alterações na forma e na composição química das células, resultando no crescimento diferencial dos tecidos estruturais, ossos e músculos, do tecido conjuntivo associado aos músculos e do tecido adiposo, que se forma tardiamente, em sua maior parte, durante a fase de acabamento do animal (LUCHIARI FILHO, 2000). O *frame*, portanto, pode ser representado por um conjunto de pontos estabelecidos pela estrutura corporal e idade que mudam gradualmente até que o animal atinja a maturidade, num processo longitudinal típico (ARANGO; VAN VLECK, 2002).

Para facilitar a interpretação e a aplicabilidade em programas de seleção genética, pesquisadores e técnicos têm optado por trabalhar com escores de *frame*. Esses escores são obtidos a partir de características associadas ao tamanho, massa e dimensão dos animais, como medidas de altura, comprimento do corpo, perímetro torácico e peso ou, ainda, através de medidas subjetivas de avaliação visual.

Dando uma descrição numérica e objetiva da estrutura corporal do animal, os escores de *frame* refletem o padrão de crescimento, indicando o seu potencial tamanho adulto. É, portanto, uma importante ferramenta no gerenciamento de um rebanho ao permitir, numa análise conjunta a outros dados de desempenho, uma projeção dos requerimentos nutricionais do animal e de sua composição de carcaça.

Segundo BIF (2002), o escore de *frame* é uma medida linear, relacionada aos

pesos de abate nos quais os animais apresentarão a mesma composição de carcaça, ou seja, animais de mesmo *frame* proporcionarão o mesmo grau de acabamento da carcaça quando abatidos sob o mesmo peso. É uma medida bastante útil na avaliação do potencial de um animal para a produção de carne magra e gordura na carcaça.

As avaliações de escores de *frame* fazem parte do sistema americano de tipificação de carcaça, o *United States Standards for Grades of Feeder Cattle*, em uso desde o ano de 1979, e dão um indicativo do peso vivo ao qual novilhos e novilhas devem produzir uma carcaça com o grau de qualidade *Choice* (GRONA et al., 2002). Segundo USDA (2000), espera-se que novilhos de *frame* pequeno, médio e grande produzam carcaças *Choice* com um peso vivo final abaixo de 504 kg, entre 504 kg e 577 kg e acima de 577 kg, respectivamente. Novilhas de *frame* pequeno, médio e grande devem produzir carcaças com grau de qualidade *Choice* com pesos vivos finais, respectivamente, inferiores a 460 kg, entre 460 kg e 523 kg e superiores a 523 kg.

Teoricamente, um animal mantém o mesmo *frame* ao longo de sua vida. Entretanto, fatores ambientais ou práticas de manejo inconsistentes podem alterar a taxa de crescimento do animal promovendo um desenvolvimento diferenciado, influenciando, assim, a mudança do escore de *frame*. O nível nutricional é um dos fatores que mais afetam a taxa de crescimento. Animais expostos a baixos níveis nutricionais apresentam desenvolvimento lento e estatura mais baixa em relação ao esperado, enquanto que animais manejados sob níveis nutricionais extremamente elevados desenvolvem-se mais rapidamente, não sendo, entretanto, muito mais altos do que os padrões esperados (DHUYVETTER, 1995).

Essa estabilidade característica do escore de *frame*, embora ainda que sujeita às interferências de ambiente, é uma vantagem frente à utilização de outras variáveis indicativas do *frame*, como o peso adulto ou a altura, que se modificam com a idade. Dessa forma, a estimação do escore de *frame* via modelos matemáticos ou avaliação visual, pode ser feita uma única vez ao longo da vida do animal e em idade jovem.

A metodologia proposta por BIF (2002) e que tem sido frequentemente utilizada em estudos sobre o *frame* de bovinos de corte (MERCADANTE et al., 2004; WILSON, [200?]), prevê uma amplitude de escores de 1 a 11. A partir da atribuição dos escores de *frame*, os animais podem ser classificados como *frame* pequeno,

mediano ou grande. A Tabela 1 apresenta as características comparativas dos animais segundo a classificação de *frame*.

A correspondência entre os escores e a respectiva classificação de *frame* varia de acordo com o estudo. Olson et al. ([199?]) consideram os escores 3 e 4; 5 e 6; e acima de 7, respectivamente como *frame* pequeno, médio e grande. McKiernan (2005) relaciona os escores 1 e 2; 3, 4 e 5; 6, 7 e 8; 9, 10 e 11, respectivamente como *frame* pequeno, médio, grande e extremamente grande. A definição dessa correspondência, portanto, estará condicionada aos critérios estabelecidos pelos autores segundo as características do banco de dados em estudo.

Tabela 1 – Características comparativas em relação à classificação de *frame*.

FRAME	CARACTERÍSTICAS
Pequeno	<ul style="list-style-type: none"> • dimensões esqueléticas menores • mais leves e mais precoces • maior deposição de gordura • boa expressão muscular
Médio	<ul style="list-style-type: none"> • potencial de crescimento que se eleva de médio a bom quando os escores caminham de 3 a 5 • bom desenvolvimento muscular • bom comprimento do corpo
Grande	<ul style="list-style-type: none"> • mais pesados em qualquer idade • maior quantidade de carne magra na carcaça • mais tardios

Fonte: BIF (2002), MCKIERNAN (2005)

Animais de *frames* distintos comportam-se de forma diferenciada com relação à taxa de crescimento e à composição do ganho de peso, conforme ilustrado nas Figuras 1 e 2.

Animais de *frame* pequeno atingem a maturidade fisiológica mais precocemente, a um peso menor e com um nível maior de gordura na carcaça

(incluindo a gordura de marmorização) em relação à animais de *frame* grande, ou seja, no período em que a velocidade de crescimento diminui e se inicia o processo de engorda e deposição de gordura, o animal de *frame* grande ainda continua a fase de crescimento (MCKIERNAN, 2005).

Um animal de *frame* grande é, portanto, mais jovem e mais magro a um dado peso e mais pesado e com menor acabamento de carcaça a uma dada idade em relação ao animal de *frame* pequeno.

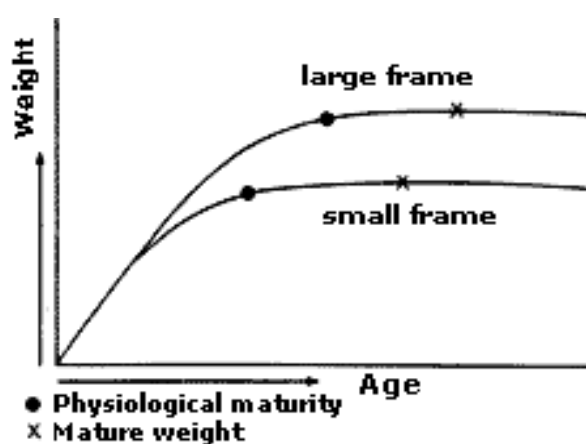


Figura 1 – Crescimento e ganho de peso comparativo entre *frames* grande e pequeno.
Fonte: MCKIERNAN (2005)

A composição do ganho de peso de animais de *frame* grande considerando um determinado peso vivo consiste numa proporção maior de músculos e ossos e menor taxa de gordura em relação aos animais de *frame* pequeno. Sob o mesmo grau de qualidade de carcaça, em termos de acabamento, animais de *frame* grande terão um peso maior, denotando maiores investimentos em alimentação, que os animais de *frames* mediano e pequeno, respectivamente (USDA, 2000).

Por outro lado, devido a menor quantidade de gordura, animais de *frame* grande apresentariam maior rendimento de cortes cárneos, em função de maior massa muscular e maior área de olho de lombo quando comparados aos animais de *frame* pequeno a uma mesma idade cronológica (LUCHIARI FILHO, 2000).

O conhecimento dessas relações constitui uma importante ferramenta em processos de tomada de decisão na escolha do biotipo que venha a atender mais

adequadamente as exigências do mercado consumidor quanto ao tipo de carcaça desejada.

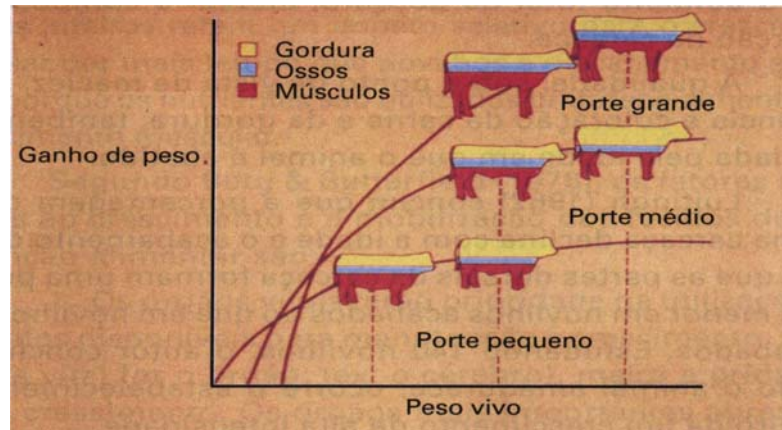


Figura 2 – Composição de músculos, ossos e gordura em relação ao *frame*.
Fonte: LUCHIARI FILHO (2000)

Durante muito tempo, o peso adulto foi utilizado para o controle do *frame* em bovinos de corte, dada sua facilidade de aferição e incorporação às práticas de manejo. Entretanto, muitas raças têm optado por incorporar a altura medida na garupa do animal dentre as medidas realizadas rotineiramente nos rebanhos, objetivando, com isso, realizar uma investigação mais efetiva dos efeitos do *frame* na eficiência produtiva.

As características utilizadas comumente como um indicativo do *frame* do animal, como o peso adulto e a altura, apresentam pontos favoráveis e desfavoráveis, discutidos por vários autores (FITZHUGH; TAYLOR, 1971; JEFFERY; BERG, 1972; VARGAS et al., 2000).

O peso, tomado em qualquer fase do crescimento, não reflete necessariamente a estrutura fisiológica do animal, uma vez que sua condição corporal estará sempre sujeita às interferências do ambiente. Para que o peso pudesse ser usado como um critério de comparação do *frame* entre animais, a população deveria estar exposta às condições ambientais estritamente semelhantes ou ser trazida a uma base comum mediante ajustes matemáticos (JEFFERY; BERG, 1972). Com o objetivo de tornar o *frame* uma característica de fácil aplicabilidade, a necessidade de ajuste do peso é um fator complicador de sua incorporação às

rotinas de manejo.

A altura de garupa também não é eficaz, por si só, na determinação do *frame* de um animal, uma vez que não implica necessariamente em alta associação com musculabilidade (JEFFERY; BERG, 1972).

Fitzhugh e Taylor (1971) consideram, entretanto, que a estrutura corporal à idade adulta é descrita de forma mais adequada por características que raramente apresentam crescimento negativo, como o caso da altura, sendo inadequado o uso de características ponderais que sofrem grande influência de fatores ambientais.

Uma metodologia que inclua o peso e a altura de garupa pode ser a melhor opção para a avaliação do *frame* em bovinos de corte, segundo Vargas et al. (2000).

Vários autores têm optado por trabalhar com escores de avaliação visual para *frame* ou características indicativas do *frame*, como tamanho (CARDOSO; CARDELINNO; CAMPOS, 1998; GRONA et al., 2002; ROSO; FRIES, 1995). Segundo Grona et al. (2002), os avaliadores apresentam uma tendência a correlacionar o escore de *frame* positivamente com altura e musculabilidade e negativamente com a condição corporal. Animais altos, musculosos e magros tendem a receber escores altos de *frame*. Essa relação sugere que os avaliadores acabam por considerar a condição corporal do animal como um indicador da sua maturidade ao atribuir os escores de *frame*.

Embora exista a possibilidade de estimar os escores de *frame* por avaliação visual, a adoção de medidas objetivas na composição dos escores de *frame*, como peso e altura, otimiza a implantação dessa característica num programa de seleção genética, uma vez que a coleta de dados passa a ser incorporada na rotina de manejo, independentemente da presença exclusiva de um avaliador ou, então, de treinamento especializado do pessoal de fazenda para que a avaliação visual seja feita.

2.1 Interferências do *frame* na adaptabilidade ao ambiente

A variabilidade genética para *frame* existente tanto dentro como entre raças de bovinos de corte sugere que as diferenças na eficiência de produção entre animais de *frames* distintos não podem ser conclusivas a favor de um ou outro biotipo, uma vez que existem condições econômicas e de ambiente específicas que potencializam a expressão genética e o retorno financeiro promovido por cada um deles.

Segundo Dickerson (1970, 1978), a contribuição do *frame* na eficiência produtiva de bovinos de corte está relacionada: 1) à escolha do biotipo melhor adaptado ao ambiente, ao sistema de produção e às características de mercado da área de produção; e 2) ao melhoramento genético do desempenho reprodutivo, da taxa de crescimento e da composição corporal do biotipo escolhido. Métodos de seleção genética podem ser utilizados para maximizar a eficiência sob condições ambientais diversas, mediante o emprego de raças ou cruzamentos que venham a atender o objetivo de melhorar a produção de carne magra e a precocidade sexual das fêmeas com um incremento mínimo no *frame* dos animais.

Em geral, animais de *frame* grande são mais indicados em ambientes livres de estresse climático ou sanitário e com alimentação abundante, que proporcione os níveis nutricionais adequados a sua produção. Ambientes sob quaisquer condições de estresse ou escassez de recursos são preferíveis aos animais mais rústicos e de *frame* mediano a pequeno.

Desta forma, a pecuária dos ambientes tropicais caracterizada pela escassez de alimentos e pela sazonalidade de produção e qualidade de forragem é adequada a raças de pequeno e médio *frame*, em particular as raças zebuínas (*Bos taurus indicus*), ao contrário da pecuária de ambientes temperados, caracterizada pela fartura de recursos naturais, onde predominam raças de origem europeia de *frame* médio a grande (ROSA, 1999).

Segundo Fitzhugh (1978), raças nativas de ambientes hostis pesam cerca de 50% menos à idade adulta que raças selecionadas introduzidas no ambiente, sendo considerados melhor adaptados aos ambientes rústicos os indivíduos com maior peso e melhores condições corporais. Parece ser natural, portanto, que sob

ambientes desfavoráveis haja uma seleção natural para animais de *frame* pequeno tanto dentro quanto entre raças.

É possível que o ambiente de criação seja modificado pela interferência às práticas de manejo nutricional e sanitário ou pela utilização de equipamentos e instalações que proporcionem as condições adequadas à produção. Entretanto, a demanda de investimentos para a alteração de um ambiente natural pode comprometer a eficiência econômica da atividade. A melhor opção, nesse caso, é a escolha de uma raça com maior habilidade de adaptação, capaz de expressar todo o seu potencial genético com o mínimo de interferência possível no ambiente.

A maior proporção dos custos de produção em bovinos de corte está relacionada à manutenção do rebanho de vacas, no que diz respeito aos requerimentos nutricionais e aos valores de reposição (FITZHUGH, 1978).

De acordo com Ferrell e Jenkins (1985), do requerimento total de energia de um animal, 70 a 75% são destinados às funções de manutenção, estando as variações no requerimento de manutenção positivamente associadas ao potencial genético para produção. Assim, quanto mais produtivos os animais, maiores deverão ser as exigências de manutenção e melhores os recursos de ambiente para a expressão do potencial genético.

Considerando que o tipo biológico determina os níveis de requerimento nutricional para maximizar as funções de reprodução, crescimento e eficiência de produção de carne, vacas de *frame* grande apresentam um requerimento de manutenção maior devido a sua grande massa muscular e deverão elevar os custos de produção, caso o ambiente não seja capaz de suprir essas necessidades.

Sob condições nutricionais desfavoráveis, quando o desempenho reprodutivo passa a ser afetado, vacas de *frame* grande tendem a ser mais prejudicadas que vacas de *frame* mediano e pequeno, acentuando-se as diferenças observadas na eficiência reprodutiva de cada biotipo. Sob manejo e ambiente adequados, as taxas reprodutivas tendem a ser similares entre vacas de *frames* distintos (BUTTRAM; WILLHAM, 1989; DHUYVETTER, 1995). Desta forma, mais importante do que a influência do *frame* ou do tipo de manejo sobre a eficiência reprodutiva da fêmea, é a interação observada entre esses dois fatores: *frame* e programa de manejo.

2.2 A Influência do *frame* e de características indicativas do *frame* na eficiência produtiva de bovinos de corte

A seleção em bovinos de corte atravessou diversas fases até a aplicação das modernas avaliações genéticas. Historicamente embasado em características qualitativas e raciais, o processo seletivo ganhou novos rumos com a implantação das provas de ganho de peso e dos controles de desenvolvimento ponderal, que despertaram a atenção para o peso corporal como um novo critério de seleção.

Entretanto, o uso contínuo do peso corporal às idades jovens como um critério de seleção pode estar provocando uma resposta correlacionada indesejável associada ao aumento do *frame* dos animais (ARANGO; PLASSE, 2002) e determinando um impacto negativo sobre as características reprodutivas das fêmeas, dada a natureza das correlações observadas entre o *frame* e características reprodutivas (OLSON et al., [199?]).

Poucos estudos sobre *frame* de bovinos de corte encontrados na literatura foram realizados a partir de escores, estimados mediante a aplicação de modelos matemáticos ou avaliação visual. A maior parte dos trabalhos considera características indicativas do *frame*, como o peso adulto e a altura, na discussão das relações sobre a eficiência produtiva dos animais.

2.2.1 *Frame*

Várias raças de bovinos de corte, sob o acompanhamento técnico das associações de criadores, têm incorporado o *frame* ou outras características relacionadas à estrutura corporal dos animais aos seus programas de melhoramento genético, numa tentativa de controlar as respostas correlacionadas principalmente sobre a eficiência reprodutiva das vacas.

Artigos técnicos (HAMMACK; GILL, [200?]), associações de raça, como a *American Angus Association* e estudos científicos (MERCADANTE et al., 2004;

WILSON, [200?]; OLSON et al., [199?]) têm orientado e trabalhado com escores de *frame* estimados a partir das equações específicas para machos e fêmeas propostas por BIF (2002).

Os escores visuais para estrutura corporal, como proposto pela Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE ZEBU, [200?] ou para tamanho (CARDOSO; CARDELLINO; CAMPOS, 1998; ROSO; FRIES, 1995), por sua vez, são fundamentados em um conjunto de notas que variam de acordo com a metodologia empregada, aplicadas aos animais em relação ao seu grupo de contemporâneos, por avaliadores especialmente treinados.

O tamanho, definido pelas medidas de comprimento e altura do animal, apresentou estimativas de herdabilidade de 0,24 à desmama e de 0,03 ao sobreano para a raça Polled Hereford (ROSO; FRIES, 1995) e de 0,20 à desmama para a raça Santa Gertrudis (CARDOSO; CARDELLINO; CAMPOS, 1998). A baixa estimativa de herdabilidade encontrada ao sobreano, foi justificada pela existência de uma seleção pré-desmama que, reduzindo o número de observações, estaria influenciando os valores de variância.

Os coeficientes de correlação genética e fenotípica encontrados por Cardoso, Cardellino e Campos (1998) entre tamanho e conformação, precocidade e musculatura, determinadas também por avaliação visual, apresentaram estimativas positivas de média a alta magnitude. A alta correlação genética encontrada entre o peso à desmama e o tamanho, da ordem de 0,97, indica que a seleção para peso à desmama estará promovendo um aumento no tamanho por resposta correlacionada. Roso e Fries (1995) encontraram estimativas de correlação fenotípica à desmama entre tamanho e conformação (0,84) e entre tamanho e musculatura (0,56) superiores às descritas por Cardoso, Cardellino e Campos (1998), da ordem de 0,55 e 0,50, respectivamente. A diferença na estimativa de correlação fenotípica observada entre tamanho e conformação pode justificar-se pela forma distinta de obtenção dos escores entre os dois trabalhos. Os coeficientes de correlação fenotípica reportados por Roso e Fries (1995) entre tamanho e peso à desmama e entre tamanho e peso ao sobreano foram, respectivamente 0,66 e 0,24.

Os escores de *frame*, estimados a uma idade jovem, podem ser indicativos do peso ou altura que a novilha irá atingir na maturidade. Wilson ([200?]) reportou que para cada unidade de aumento no escore de *frame* estimado a um ano de idade, haverá um aumento de aproximadamente 4 cm na altura, 38 kg no peso e de 0,06

pontos no escore de condição corporal de vacas Angus.

Resultados semelhantes foram obtidos por Mercadante et al. (2004) com a raça Nelore. As correlações fenotípicas e genéticas entre o escore de *frame* de animais jovens e o escore de *frame* de vacas foram da ordem de 0,74 e 0,97, respectivamente, confirmando que o escore de *frame* estimado ao sobreano é um indicativo do escore de *frame* da vaca adulta. As médias de escores de *frame* estimados pelas equações recomendadas por BIF (2002) observadas para machos (10 a 14 meses), fêmeas (16 a 21 meses) e vacas (2 a 12 anos) foram, respectivamente, $6,46 \pm 0,92$, $6,03 \pm 0,99$ e $7,64 \pm 1,00$, com uma estimativa de repetibilidade dos escores de *frame* de vacas de 0,77.

Vários trabalhos relatam uma relação desfavorável entre o aumento do *frame* e a eficiência reprodutiva de vacas.

Buttram e Willham (1989) observaram que vacas primíparas de linhas sintéticas de *frame* grande apresentam uma taxa de parição menor em relação às aquelas de *frame* mediano e pequeno, respectivamente. Para vacas de segundo parto, além dos efeitos descritos em primíparas, encontrou-se um efeito significativo do *frame* sobre a taxa de concepção, com as maiores taxas observadas para vacas de *frame* pequeno, médio e grande, respectivamente. Entretanto, a eficiência reprodutiva foi significativamente afetada pelo ambiente, como mostra a figura 3. Em ambientes favoráveis em termos de nutrição e manejo não há diferença significativa na taxa de parição, entretanto, essa taxa é aproximadamente 40% superior para vacas de *frame* pequeno em relação às vacas de *frame* grande sob ambientes desfavoráveis.

O aumento do *frame* apresentou, também, um efeito negativo sobre a taxa de sobrevivência de bezerros em novilhas e a taxa de reconcepção em vacas de primeira lactação na raça Brahman. A baixa taxa de sobrevivência e/ou menor taxa de natalidade observada para as vacas de maior *frame* resultaram em menores taxas de desmama na primeira e segunda parição em relação às vacas de *frame* mediano e pequeno, respectivamente. Vacas de *frame* grande pariram e desmamaram bezerros mais pesados, entretanto essa vantagem não foi suficiente para compensar a menor taxa de desmama das vacas de maior *frame* durante as duas primeiras partições (OLSON et al., [199?]; VARGAS et al., 1999). Considerando vacas adultas de terceira parição, Olson et al. ([199?]) não observaram efeitos significativos do *frame* sobre a eficiência reprodutiva.

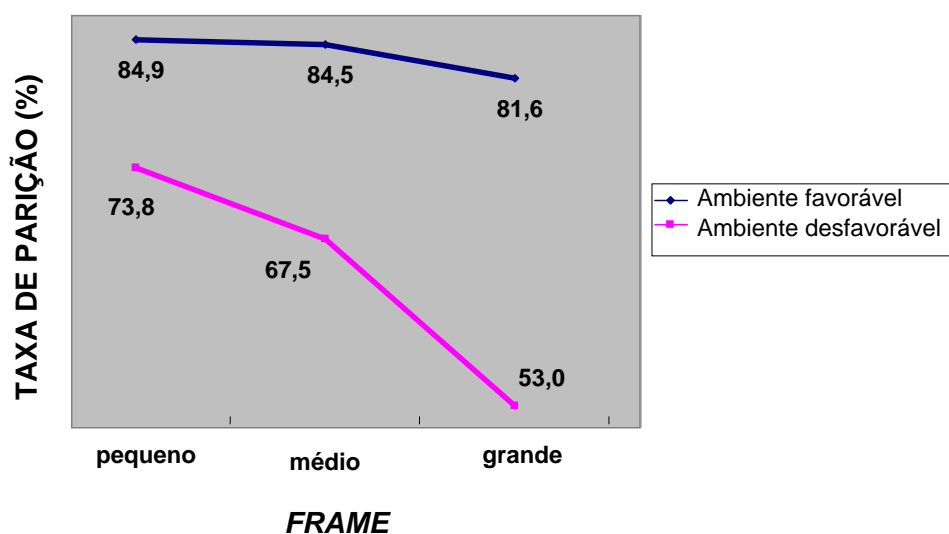


Figura 3 – Taxa de partição de vacas primíparas em relação ao *frame* e às condições de ambiente.

Efeito negativo do aumento do *frame* sobre a idade à puberdade foi reportado por Vargas et al. (1999). Resultados semelhantes foram encontrados por Marson e Ferraz (2001) que descreveram uma correlação genética desfavorável entre o *frame* e a idade à puberdade da ordem de 0,57 para *Bos taurus taurus* e de 0,25 para *Bos taurus indicus*, indicando que o incremento no *frame* reflete negativamente no aumento da idade à puberdade.

Novilhas e vacas de maior *frame* tendem a parir mais tarde dentro da estação de nascimento e a produzir bezerros com ganhos diários de peso no período pré-desmama superiores aos bezerros de novilhas e vacas de *frame* mediano e pequeno, o que não chega a ser uma vantagem frente ao efeito negativo observado em outras características reprodutivas. De modo geral, avaliando a produção da vaca através de quilogramas de bezerros desmamados, existe um efeito maior do *frame* entre as primíparas, com melhor desempenho para vacas de *frame* pequeno, mediano e grande, respectivamente (VARGAS et al., 1999).

Nos estudos realizados por Olson et al. ([199?]) e Vargas et al. (1999), os animais foram classificados nos grupos de *frame* pequeno, médio e grande segundo medidas de altura na garupa. Esses grupos corresponderam, grosseiramente, aos escores de *frame* 3-4 (pequeno), 5-6 (médio) e acima de 7 (grande) usando o sistema BIF de escores de *frame*.

2.2.2 Peso adulto

Embora continue ganhando peso até os 12 anos de idade, a vaca aos 4 anos e aos 5 anos de idade apresenta, respectivamente, 89% e 94% do seu peso final, o que fundamenta a consideração do peso tomado a essas idades como peso adulto. De fato, a idade exerce, entre outros fatores, um efeito significativo no peso adulto de vacas (ARANGO;CUNDIFF;VAN VLECK, 2002; ARANGO;PLASSE, 2002; NEPHAWE et al., 2004). Resultados semelhantes foram obtidos por Bullock, Bertrand e Benyshek (1993) mediante o uso de pesos assintóticos, reportando o peso adulto de vacas aos 1.506 dias, aproximadamente 4 anos de idade.

As estimativas de herdabilidade reportadas para peso adulto de vacas são de moderada a alta magnitude, permitindo mudanças na direção da característica mediante o emprego de técnicas de seleção genética.

A Tabela 2 apresenta as estimativas de herdabilidade para peso adulto encontradas na literatura, segundo métodos de estimação e autor.

A magnitude das estimativas de herdabilidade do peso adulto apresenta uma tendência de aumento: 1) dentro de raças, aumentando após os dois anos de idade e permanecendo relativamente constante até os cinco anos (RUMPH et al., 2002a); e 2) entre raças, segundo revisão realizada por Rosa (1999), apresentando um aumento progressivo entre raças zebuínas, européias e sintéticas, respectivamente.

Estimativas de herdabilidade materna para o peso adulto de vacas Hereford da ordem de 0,09 a 0,21 foram obtidas por Rumph et al. (2002b), em estudo que comprovou a importância da inclusão dos efeitos maternos no ajuste do modelo para estimação de parâmetros genéticos de peso adulto. Esses resultados, entretanto, não se repetiram em outro estudo conduzido pelos mesmos autores (RUMPH et al., 2002b).

Estimativas de repetibilidade do peso adulto da ordem de 0,70 a 0,77 foram reportadas por Arango e Plasse (2002) e por Nephawe et al. (2004), superiores à repetibilidade de 0,65 descrita por Arango, Cundiff e Van Vleck (2002).

Nephawe et al. (2004) reportaram estimativas de coeficientes de correlação genética entre o peso adulto de vacas e características de carcaças de machos de magnitude alta para o peso da carcaça quente e de baixa a moderada para

porcentagem de osso e área de olho de lombo, produzindo um efeito indesejável sobre a área de olho de lombo, embora pequeno, na seleção genética para menores pesos à maturidade. Correlações genéticas negativas e desejáveis, ainda que de baixa magnitude, foram observadas entre o peso adulto e a marmorização e a maciez da carne.

Tabela 2 – Estimativas de herdabilidade (h^2) para peso adulto em raças bovinas de corte, segundo método de estimação e autor.

RAÇA	h^2	MÉTODO¹	AUTOR
Polled Hereford	0,52	REML	Bullock; Bertrand e Benyshek (1993)
Várias raças	0,50	QM/REML	Koots et al. (1994)
Nelore	0,34	REML	Rosa et al. (1998)
Várias raças	0,44	QM/REML	Rosa (1999)
Nelore	0,26	REML	Rosa (1999)
Várias raças	0,30	QM/REML	Lôbo, Madalena e Vieira (2000)
Canchim	0,38	REML	Silva et al. (2000)
Várias raças	0,49	REML	Arango, Cundiff e Van Vleck (2002)
Brahman	0,49 e 0,68	REML	Arango e Plasse (2002)
Hereford	0,44 a 0,91	REML	Rumph et. al. (2002a)
Hereford	0,53 a 0,79	REML	Rumph et al. (2002b)
Várias raças	0,52	REML	Nephawe et al. (2004)

¹QM: quadrados mínimos; REML: máxima verossimilhança restrita

McMorris e Wilton (1986) encontraram uma associação positiva entre o peso adulto e o consumo de matéria seca no período de lactação. Efeitos do aumento do peso adulto de vacas foram observados também sobre o aumento do período de gestação, aumento do peso ao nascimento e à desmama do bezerro.

Correlações genéticas de alta magnitude foram reportadas por Bullock, Bertrand e Benyshek (1993) entre pesos às idades jovens, como o peso ao nascer, peso à desmama, peso aos 12 meses de idade, ganho de peso da desmama ao ano e altura aos 12 meses de idade com o peso adulto.

A natureza dessas estimativas comprova que a ênfase dada à seleção genética para peso corporal provoca uma resposta correlacionada indesejável sobre

o aumento do peso adulto e, indiretamente, sobre o aumento da altura em bovinos de corte, com reflexos negativos sobre a eficiência reprodutiva das vacas e a eficiência econômica da atividade como um todo.

2.2.3 Altura

Seguindo as orientações determinadas por BIF (2002), os estudos referentes à altura em bovinos de corte consideram, em sua maioria, medidas de altura tomadas na garupa do animal.

As estimativas de herdabilidade reportadas para a altura de garupa são de média a alta magnitude, conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3 - Estimativas de herdabilidade (h^2) para altura de garupa em raças bovinas de corte, segundo método de estimação e autor.

RAÇA	h^2	MEDIDA	MÉTODO ¹	AUTOR
Nelore	0,47	13 meses	QM	Lima et al. (1989)
Várias raças	0,54	12 meses	QM/REML	Koots et al. (1994)
Brahman	0,65	18 meses	REML	Vargas et al. (1998)
Brahman	0,73	Desmama	REML	Vargas et al. (2000)
	0,87	18 meses		
Várias raças	0,68	2-8 anos	REML	Arango, Cundiff e Van Vleck (2002)
Nelore	0,45	18 meses	REML	Mercadante et al. (2003)
Várias raças	0,71	4 anos	REML	Nephawe et al. (2004)
		acima		

¹ QM: quadrados mínimos; REML: máxima verosimilhança restrita

Em revisão da literatura realizada por Lôbo, Madalena e Vieira (2000), a estimativa de herdabilidade média para altura na cernelha ponderada para 7 estimativas foi de $0,35 \pm 0,04$.

Lima et al.(1989) encontraram coeficientes de correlação fenotípica e genética entre peso e altura de garupa tomados ao final de prova de ganho de peso (aproximadamente 13 meses de idade) da ordem de 0,77 e 0,42. Um efeito significativo de touro permitiu observar que touros com as maiores médias para peso e altura tenderam a apresentar as maiores médias para características de corpo e quarto traseiro, quantificadas por avaliação visual.

Coeficientes de correlação genética entre o peso à desmama e a altura de garupa tomada à desmama e aos 18 meses, respectivamente, de 0,73 e 0,78, sugerem que a seleção genética para peso à desmama produz um aumento na altura dos animais por resposta correlacionada, o que nem sempre é desejável.

Segundo Arango, Cundiff e Van Vleck (2002), a altura da vaca apresenta maior herdabilidade (0,68) e repetibilidade (0,75) que o peso da vaca, respectivamente, 0,49 e 0,65. Resultado pouco superior para a repetibilidade da altura da vaca foi reportado por Nephawe et al. (2004). A estimativa de correlação genética encontrada entre o peso e a altura da vaca foi de alta magnitude, da ordem de 0,80. A seleção para altura e peso da vaca torna-se efetiva podendo ser alcançada por resposta correlacionada para ambas as medidas, sendo desnecessária a utilização de medidas repetidas.

A altura de vacas apresentou estimativas de correlação genética de média a alta magnitude com o peso da carcaça quente e a porcentagem de ossos em carcaças de machos e estimativas baixas, porém desfavoráveis com a área de olho de lombo e a porcentagem de gordura. Escores de marmorização e medidas de maciez da carne apresentaram estimativas baixas, mas favoráveis com a altura da vaca (NEPHAWE et al., 2004). Esses resultados sugerem que as medidas de altura não são efetivas apenas na mudança do *frame* das vacas, como também refletem em características de carcaça e da carne produzida pelos machos do rebanho.

Vargas et al. (1998) encontraram uma estimativa de correlação genética entre a altura de garupa medida aos 18 meses e o perímetro escrotal positiva e de baixa magnitude, sugerindo que a seleção para perímetro escrotal pode refletir em mudanças na curva de crescimento dos touros ou vice-versa. Correlação genética desfavorável foi também descrita entre a altura aos 18 meses e a idade à puberdade das novilhas, concordando com os resultados obtidos por Vargas et al. (1999), que trabalharam com classificações de *frame* em função da medida de altura na garupa.

Altura na cernelha e altura de garupa em diferentes idades na raça Nelore

apresentaram coeficientes de correlação fenotípica com o peso à desmama, peso aos 12 meses, peso aos 18 meses e peso aos 24 meses que variaram entre 0,37 a 0,52 e 0,42 a 0,60, respectivamente. A magnitude dessas correlações fenotípicas indica uma resposta correlacionada importante no sentido de aumento da altura de animais sob seleção genética para peso corporal (SCARPATI et al., 1996). Resultados semelhantes foram reportados por Mercadante et al. (2003), que encontraram uma tendência genética anual de mudança na altura de garupa ajustada aos 550 dias de idade em fêmeas da raça Nelore selecionadas para peso aos 12 meses de idade de $0,25 \pm 0,03$ cm para um rebanho de seleção contra uma tendência de $-0,04 \pm 0,03$ cm num rebanho controle.

2.3 Certificado Especial de Identificação e Produção (CEIP)

O Certificado Especial de Identificação e Produção (CEIP) foi instituído pela Portaria Ministerial nº 267, de 04 de maio de 1995 (MAPA, 1995) para bovinos originados de cruzamento planejado e para animais de raças puras com aptidão para corte, que, avaliados geneticamente obtenham classificação superior dentro de um grupo de animais submetidos à seleção.

Para que o CEIP possa ser emitido, o criador ou entidade responsável pelos animais deverá elaborar um projeto técnico, especificando o material genético a ser melhorado, a metodologia de avaliação genética a ser empregada e a instituição ou técnico responsável pelas avaliações genéticas, devendo o projeto ser submetido à aprovação pelo Departamento de Tecnologia e Produção Animal da Secretaria de Desenvolvimento Rural.

Segundo Portaria nº 22, de 02 de agosto de 1995 (SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO RURAL (SDR), [1995]), a idade padrão máxima dos animais para fins de emissão de CEIP é de 730 dias. A pressão de seleção máxima permitida inicialmente é de 20% dos animais avaliados, podendo atingir posteriormente até 30%, desde que justificado tecnicamente com base na tendência genética e que não exceda a 0,5% ao ano.

As informações zootécnicas dos animais, transferidas pelos detentores de credenciamento para emissão de CEIP para uma base de dados mantida sob controle do Departamento de Tecnologia de Produção Animal da SDR, podem ser, a seu critério, repassadas integral ou parcialmente às instituições que procedem avaliações genéticas a nível nacional, sempre respeitando um período mínimo de 180 dias após a utilização dos mesmos em avaliações genéticas objetivando a emissão de CEIP. Esse período mínimo de carência pode ser alterado em comum acordo com a coordenação do projeto.

Os projetos aprovados para emissão de CEIP são auditados periodicamente para avaliação técnico-operacional por uma comissão nomeada pelo Departamento de Tecnologia e Produção Animal da SRD.

A instituição do CEIP foi um grande avanço para a melhoria da qualidade genética do rebanho brasileiro. Os incentivos à certificação genética dos animais, mediante a recomendação do MAPA de que os benefícios consignados aos animais puros de origem, puros por cruzamento, puros sintéticos e de livro aberto se estendam também aos animais portadores de CEIP, ao mesmo tempo que contribuem para adesão ao programa, refletem na melhoria da qualidade genética dos rebanhos a nível nacional e, conseqüentemente, dos índices zootécnicos, pela comercialização de animais geneticamente superiores. Considerando que na grande maioria dos rebanhos bovinos de corte no Brasil a reposição de animais ainda obedece a critérios fenotípicos, o impacto econômico e produtivo da pulverização de animais comprovadamente superiores, abre a perspectiva de novo cenário produtivo no Brasil.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Os dados analisados neste trabalho são provenientes do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore conduzido pela Agropecuária CFM Ltda. junto ao Grupo de Melhoramento Animal (GMA), do Departamento de Ciências Básicas da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, sob supervisão técnica dos Professores Doutores José Bento Sterman Ferraz e Joanir Pereira Eler.

Os registros referem-se a dois rebanhos, respectivamente, das fazendas São Francisco e Cherubim, num total de 12.728 animais das safras de 1995 a 2000, sendo 6.597 machos e 6.131 fêmeas, dos quais 7.251 animais são provenientes da fazenda São Francisco e 5.477 animais, da fazenda Cherubim.

As análises foram conduzidas no Laboratório de Melhoramento Animal “Prof. Dr. Gordon Dickerson”, do Departamento de Ciências Básicas da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo.

Embora as características em estudo sejam relacionadas aos 18 meses de idade, tratam-se de medidas observadas no intervalo de idade considerado de 490 a 610 dias e não de medidas ajustadas. A decisão de se trabalhar com medidas observadas, a exemplo do modelo para estimação de escores de *frame* recomendado por BIF (2002) é garantir praticidade ao modelo desenvolvido nesse estudo e facilidade de aplicação em campo.

O intervalo de idade dos animais utilizados neste estudo segue uma variação de 490 a 610 dias, considerando um período de 60 dias para menos e para mais em relação aos 550 dias de idade.

3.1.1 Formação do banco de dados

A estruturação do banco de dados foi feita com o auxílio da ferramenta de manipulação de banco de dados Microsoft Visual FoxPro, versão 6.0 e do pacote estatístico *Statiscal Analysis System* (SAS[®]), versão 8.02, de forma a adequar os dados para o desenvolvimento do modelo de estimação dos escores de *frame* e, posteriormente, para a estimação de parâmetros genéticos dos escores estimados.

Um banco de dados, comumente, apresenta valores discrepantes ou dispersos, conhecidos também como *outliers*, que, por não serem representativos do conjunto de dados, devem ser corretamente identificados e eliminados. O critério utilizado para a exclusão dos dados discrepantes foi embasado no Teorema do Limite Central, pelo qual numa distribuição amostral de média \bar{X} e desvio-padrão S, a $\bar{X} \pm 3 S$ conterà aproximadamente 99% das observações. De fato, a eliminação dos dados discrepantes, que não necessariamente foram coincidentes para as variáveis em estudo, manteve na distribuição amostral, respectivamente, 99,6% dos dados de peso aos 18 meses (PES18) e peso à desmama (PESDES) e 99,7% dos dados de altura de garupa aos 18 meses (ALT18) e perímetro escrotal aos 18 meses de idade (PE18). Para a característica escores visuais para musculosidade aos 18 meses (MUSC18) observou-se uma exclusão maior de valores discrepantes, permanecendo na distribuição amostral 98,4% dos dados. Não foram encontrados dados discrepantes para a variável idade na data da medida de altura de garupa aos 18 meses (ID_ALT18).

A importância da formação dos grupos de contemporâneos (GCs) para a análise genética está em reunir em grupos distintos animais que foram submetidos a oportunidades diferentes de desenvolvimento determinadas por fatores não genéticos. As análises para definição dos fatores a serem considerados na formação de cada GC foram realizadas a partir da aplicação do procedimento PROC GLM do programa SAS[®] (SAS, 1996). Os fatores não genéticos considerados na análise foram: fazenda, safra de nascimento, sexo e grupos de manejo à desmama (GMANDES), no peso aos 18 meses (GMAN18), na medida de altura aos 18 meses (GMANALT18) e na medida de perímetro escrotal aos 18 meses (GMANPE18), sendo incorporados aos GCs os fatores que alcançaram significância estatística ($P <$

0,0001).

Os GCs incluíram os seguintes efeitos, segundo as características em análise:

- *FRAME_BIF*: fazenda + safra + sexo + GMANDES + GMANALT18
- *FRAME_GMA*: fazenda + safra + sexo + GMANDES + GMANALT18
- ALT18: fazenda + safra + sexo + GMANDES + GMANALT18
- PES18: fazenda + safra + sexo + GMANDES + GMAN18
- PESDES: fazenda + safra + sexo + GMANDES
- PE18: fazenda + safra + sexo + GMANPE18
- GP_345^{*}: fazenda + safra + sexo + GMANDES + GMAN18
- MUSC18: fazenda + safra + sexo + GMANDES + GMAN18

Após a formação, os GCs foram analisados em relação as suas respectivas características, buscando identificar grupos que pudessem interferir negativamente na qualidade das análises. Portanto, foram eliminados os GCs:

- a) com menos de 4 animais;
- b) formados por animais filhos de um único touro;
- c) sem variabilidade (desvio-padrão zero).

O arquivo de pedigree foi composto por 30.081 animais, considerando um total de 7 gerações.

Nas Tabelas 4 e 5, são apresentadas as estatísticas descritivas para as características ALT18, ID_ALT18, PES18, PESDES, IDADEDES, GP_345, PE18 MUSC18, respectivamente, para machos e fêmeas.

* GP_345: ganho de peso da desmama ao sobreano

Tabela 4 – Estatística descritiva para as características altura de garupa aos 18 meses (ALT18), idade na data da medida de altura de garupa (ID_ALT18), peso aos 18 meses (PES18), peso à desmama (PEDES), idade na data da desmama (IDADEDES), ganho de peso da desmama ao sobreano (GP_345), perímetro escrotal aos 18 meses (PE18) e escores visuais para musculosidade aos 18 meses (MUSC18) em machos.

VARIÁVEIS	N	\bar{X}	DP	CV	MIN	MAX
ALT18 (cm)	6586	138,7	4,6	3,3	123,0	152,0
ID_ALT18 (dias)	6586	531,9	29,5	5,5	490,0	610,0
PES18 (kg)	6242	319,6	38,8	12,1	200,0	424,0
PEDES (kg)	6357	200,1	25,7	12,9	117,0	270,0
IDADEDES (dias)	6357	200,6	19,8	9,9	146,0	270,0
GP_345 (kg)	6219	121,1	36,0	29,8	- 22,4	257,6
PE18 (cm)	6539	27,7	3,2	11,4	18,0	37,0
MUSC18	6591	6,0	0,95	15,9	1,5	9,0

N = número de observações; \bar{X} = média; DP = desvio-padrão; CV = coeficiente de variação (em %); MIN = valor mínimo; MAX = valor máximo

Tabela 5 – Estatística descritiva para as características altura de garupa aos 18 meses (ALT18), idade na data da medida de altura de garupa (ID_ALT18), peso aos 18 meses (PES18), peso à desmama (PEDES), idade na data da desmama (IDADEDES), ganho de peso da desmama ao sobreano (GP_345) e escores visuais para musculosidade aos 18 meses (MUSC18) em fêmeas.

VARIÁVEIS	N	\bar{X}	DP	CV	MIN	MAX
ALT18 (cm)	6099	134,8	4,2	3,1	122,0	148,0
ID_ALT18 (dias)	6099	534,3	28,8	5,4	490,0	610,0
PES18 (kg)	5837	292,5	31,6	10,8	194,0	407,0
PEDES (kg)	5908	187,1	21,7	11,6	117,0	267,0
IDADEDES (dias)	5908	206,4	19,6	9,5	139,0	312,0
GP_345 (kg)	5808	110,3	27,3	24,7	- 2,7	206,2
MUSC18	6129	6,1	1,0	16,4	2,0	9,0

N = número de observações; \bar{X} = média; DP = desvio-padrão; CV = coeficiente de variação (em %); MIN = valor mínimo; MAX = valor máximo

3.2 Métodos

3.2.1 Escores de *FRAME_BIF*

A estimação dos escores de *FRAME_BIF* foi feita mediante a aplicação ao conjunto de dados das equações recomendadas por BIF (2002), específicas para machos e fêmeas, como se segue:

Machos:

$$\hat{Y}_{FRAME_BIF} = -11,548 + 0,4878.X_1 - 0,0289.X_2 + 0,00001947.X_2^2 + 0,0000334 .X_1.X_2$$

Fêmeas:

$$\hat{Y}_{FRAME_BIF} = -11,7086 + 0,4723.X_1 - 0,0239.X_2 + 0,0000146.X_2^2 + 0,0000759 .X_1.X_2$$

onde:

X_1 = ALT18 (em polegadas)

X_2 = ID_ALT18 (em dias)

As estimativas de escores de *FRAME_BIF* foram geradas apenas para animais que apresentaram medidas de altura de garupa e de idade na data da medida de altura de garupa (ID_ALT18).

3.2.2 Escores de *FRAME_AT*

A natureza das correlações fenotípicas e genéticas entre o peso corporal, a altura e o *frame* em bovinos de corte, positivas e de média a alta magnitude,

demonstra a importância da inclusão do peso corporal num modelo para estimação de escores de *frame*.

Os animais foram agrupados, por sexo, em 4 classes de peso (PES18) e 3 classes de altura de garupa (ALT18), totalizando a formação de 12 classes peso-altura, a cada qual sendo atribuído um escore de *frame* (*FRAME_AT*). Os intervalos de classe foram determinados com base na amplitude da variável. A Tabela 6 descreve a atribuição dos escores de *frame*, segundo as classes de PES18 e ALT18.

Tabela 6 – Atribuição dos escores de *frame* (*FRAME_AT*) em função das classes de peso aos 18 meses (PES18) e altura de garupa aos 18 meses (ALT18).

		ALT18		
		122 132	132 142	142 153
PES18	194 248	1	5	9
	248 307	2	6	10
	307 366	3	7	11
	366 425	4	8	12

ALT18, em cm; PES18, em kg

A atribuição dos escores de *frame* foi feita de forma que os escores fossem aumentando dentro de uma mesma classe de ALT18 em relação às classes de PES18. Esta forma de atribuição de escores foi julgada ser mais conveniente, uma vez que invariavelmente a interpretação do conceito de *frame* apresenta uma forte relação com a altura do animal, sendo esperado que animais de maiores escores de *frame* sejam também mais altos. Ao contrário, se a atribuição dos escores seguisse uma tendência de aumento de *frame* dentro das classes de peso em relação às classes de altura, um animal de escore 4, por exemplo, seria mais baixo e mais pesado que um animal de escore 3.

Vários modelos foram testados utilizando-se o procedimento PROC REG do programa SAS® (SAS, 1996), visando o melhor ajuste para a estimação dos escores de *frame*. Para a variável dependente *FRAME_AT*, foram testados os efeitos lineares e quadráticos das variáveis independentes ALT18, PES18 e ID_ALT18 e os

efeitos de interação entre as mesmas variáveis independentes, a saber: PES18 x ALT18, ID_ALT18 x ALT18 e ID_ALT18 x PES18.

A escolha do modelo de melhor ajuste para estimação dos escores de *frame* foi determinada pela análise das estatísticas R^2 (Coeficiente de Determinação), $C(p)$, definida segundo MacNeil (1983) e Quadrado Médio do Resíduo (QMR).

3.2.3 Escores de *FRAME_GMA*

Os modelos definidos a partir da regressão dos escores de *frame* atribuídos (*FRAME_AT*) foram, então, aplicados ao conjunto de dados de forma a estimar escores de *frame* baseados nas observações das variáveis consideradas nos modelos. Esses escores de *frame* foram denominados escores de *FRAME_GMA* ou simplesmente *FRAME_GMA*.

3.2.4 Estimação de parâmetros genéticos

Os modelos de análise consideraram efeitos fixos de grupos de contemporâneos (GCs) e classe de idade da mãe ao parto (CIMP), conforme definido na Tabela 7.

Os efeitos genéticos incluídos no vetor de efeitos aleatórios dos modelos de análise consideraram: efeito genético aditivo direto para as características *FRAME_BIF*, *FRAME_GMA*, ALT18, PES18, PE18 e MUSC18; efeito genético aditivo direto e materno para as características PESDES e GP_345; e efeito permanente de ambiente para a característica PESDES.

Tabela 7 – Classes de idade da mãe ao parto (CIMP), segundo a idade da mãe ao parto (em meses) e número de observações em cada classe (N).

CIMP	Idade da mãe ao parto	N
1	< 28	448
2	28 a < 37	2360
3	37 a < 48	1830
4	48 a < 73	3344
5	73 a < 121	3072
6	121 a < 145	842
7	145 a < 181	780
8	≥ 181	78

As covariáveis utilizadas nas análises genéticas foram as idades na data das medidas realizadas, a saber: idade do animal na data da desmama (IDADEDES), idade na data da medida de altura na garupa (ID_ALT18), idade na data da pesagem aos 18 meses (IDADE18) e idade na data da medida de perímetro escrotal aos 18 meses (IDADEPE18).

Os valores iniciais dos componentes de variância a serem utilizados nas análises genéticas uni-característica foram estimados a partir da aplicação do procedimento PROC VARCOMP do programa SAS® (SAS, 1996). As estimativas de (co)variância obtidas das análises uni-característica serviram de valores iniciais para as análises bi-característica.

Na estimação dos parâmetros genéticos foram aplicados os procedimentos de máxima verossimilhança restrita (REML), sob modelo animal, disponíveis no aplicativo *Multiple Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood* (MTDFREML) (BOLDMAN et al., 1995).

Foram processadas, primeiramente, análises uni-característica para *FRAME_BIF*, *FRAME_GMA*, ALT18, PES18, PESDES, PE18, GP_345 e MUSC18. As análises bi-característica processadas com o objetivo de obter estimativas de herdabilidade e de coeficientes de correlação genética entre as características foram:

- a) *FRAME_BIF* com PESDES, PES18, GP_345 e PE18;
 b) *FRAME_GMA* com PESDES, PES18, GP_345 e PE18

Nas análises uni-característica, a estimação dos parâmetros genéticos foi feita com base num modelo linear misto para as diferentes características analisadas pode ser descrito com a seguinte notação matricial:

$$Y = X\beta + Zu + Sm + Wpe + e,$$

em que:

Y = Vetor das variáveis dependentes (*FRAME_BIF*, *FRAME_GMA*, ALT18, PES18, PESDES, GP_345, PE18 e MUSC18);

β = Vetor dos efeitos fixos (GCs e CIMP);

u = Vetor de efeitos aleatórios de valor genético aditivo direto do animal;

m = Vetor de efeitos aleatórios de valor genético materno (somente para PESDES e GP_345);

pe = Vetor dos efeitos aleatórios de ambiente permanente (somente para PESDES);

e = Vetor de efeitos aleatórios residuais.

X , Z , S e W = são matrizes de incidência relacionando as observações (Y) aos seus respectivos efeitos fixos (β), genético aditivo direto do animal (u), genético aditivo materno (m) e de ambiente permanente (pe).

A notação matricial para a estimação de (co)variâncias é dada por:

$$\text{Var} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ pe \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_{a_1}^2 & A\sigma_{a_1a_2} & 0 & 0 \\ A\sigma_{a_1a_2} & A\sigma_{a_2}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_{pe}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

em que:

a_1 (a_2) = vetor dos efeitos aleatórios de valor genético aditivo direto e materno;

pe = vetor dos efeitos aleatórios de ambiente permanente;

e = vetor dos efeitos aleatórios residuais;

A = matriz de parentesco entre todos os animais, incluindo parentes sem registros de produção;

σ_{a1}^2 (σ_{a2}^2) = variância genética aditiva dos efeitos aleatórios direto e materno;

σ_{a1a2} = covariância genética aditiva entre os efeitos aleatórios direto e materno;

σ_{pe}^2 = variância devido ao efeito de ambiente permanente;

σ_e^2 = variância residual.

A variância residual de y é dada por:

$$\text{var}[y] = [ZS] \begin{bmatrix} A\sigma_{a1}^2 & A\sigma_{a1a2}^2 \\ A\sigma_{a1a2}^2 & A\sigma_{a2}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z' \\ S' \end{bmatrix} + W I \sigma_{pe}^2 W' + I \sigma_e^2$$

Para análises genéticas bi-característica, as análises mais completas podem ser representadas, na forma matricial, de acordo com o seguinte sistema de equações:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} S_1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} W_1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} pe_1 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix}$$

em que:

y_1 = vetor dos registros da característica 1 (PESDES);

y_2 = vetor dos registros da característica 2 (*FRAME_BIF* e *FRAME_GMA*, PES18, GP_345 e PE18);

b_1 = vetor de efeitos fixos para a característica 1 (GC e CIMP);

b_2 = vetor de efeitos fixos para a característica 2 (GC e CIMP);

u_1 = vetor de efeitos aleatórios de valor genético direto para a característica 1;

u_2 = vetor de efeitos aleatórios de valor genético direto para a característica 2;

m_1 = vetor de efeito aleatório genético materno para a característica 1;

m_2 = vetor de efeito aleatório genético materno para a característica 2;

pe_1 = vetor de efeito aleatório permanente de ambiente para a característica 1;

pe_2 = vetor de efeito aleatório permanente de ambiente para a característica 2;

$e_1(e_2)$ = vetor dos efeitos residuais;

$X_1(X_2)$, $Z_1(Z_2)$, $S_1(S_2)$, $W_1(W_2)$ são matrizes de incidência relacionando os registros das características (y_1 , y_2) aos seus respectivos efeitos fixos (β_1 , β_2), genético aditivo direto do animal (u_1 , u_2), genético aditivo materno (m_1 , m_2) e de ambiente permanente (pe_1 , pe_2), respectivamente.

A princípio, as análises genéticas foram processadas e reinicializadas, usando como valores iniciais os componentes de (co)variância obtidos na análise anterior, até que a variância do log da função simplex ($-2 \log$ likelihood) estabilizasse em 10^{-6} . A variância foi considerada estabilizada quando o valor do log de duas análises subseqüentes não variou para as primeiras seis casas decimais. Tendo obtido a estabilização da variância do log da função simplex a 10^{-6} , todos os parâmetros do modelo foram novamente estimados, sempre utilizando como valores iniciais àqueles obtidos na análise imediatamente anterior, até que, seguindo os mesmos critérios da etapa antecedente, a variância do log da função simplex estabilizasse em 10^{-9} . O processo de repetição das análises genéticas é necessário para assegurar que a convergência seja obtida em um máximo global da função de verossimilhança.

Os coeficientes de correlação fenotípica e genética estabelecidos nesse trabalho foram estimados mediante a aplicação do procedimento PROC CORR do programa SAS® (SAS, 1996). Foram obtidos coeficientes de correlação Momento-Produto de Pearson e coeficientes de correlação de ranking de Spearman, denominados neste trabalho, visando maior facilidade de redação, apenas como coeficientes de correlação de Pearson e Spearman, respectivamente. O coeficiente de correlação Momento-Produto de Pearson é altamente influenciado por valores extremos e o seu teste de significância é sensível aos desvios de normalidade, o que não ocorre com o coeficiente de correlação de ranking de Spearman, portanto, a estimação dos dois tipos de coeficientes de correlação tem por objetivo uma determinação mais criteriosa da magnitude de relacionamento entre as variáveis avaliadas.

3.2.5 Correlações fenotípicas e genéticas entre escores de *frame* e índice para classificação de animais para CEIP

Para o estudo da magnitude das correlações fenotípicas e genéticas entre os escores de *frame* (*FRAME_GMA* e *FRAME_BIF*) e o índice utilizado na atribuição do Certificado Especial de Identificação e Produção (CEIP), denominado nesse trabalho como índice CEIP, foram utilizados animais da safra 1998, a safra com o maior número de machos do conjunto de dados: 2.179, sendo 2.134 deles com informações de peso à desmama.

A composição do índice CEIP está de acordo com o proposto por AGRO-PECUÁRIA CFM (2004):

$$\text{ÍNDICE CEIP} = \frac{2. \text{DEP}_{\text{PESDES}}}{\sigma_g \text{ PESDES}} + \frac{4. \text{DEP}_{\text{GP}_{345}}}{\sigma_g \text{ GP}_{345}} + \frac{2. \text{DEP}_{\text{MUSC18}}}{\sigma_g \text{ MUSC18}} + \frac{2. \text{DEP}_{\text{PE18}}}{\sigma_g \text{ PE18}}$$

No cálculo do índice CEIP, cada componente foi obtido pela razão entre a diferença esperada na progênie (DEP) da característica dividida pelo seu desvio-padrão genético.

Do total de animais com índice CEIP calculado, foram considerados elegíveis para CEIP os 23% melhores em relação ao índice, totalizando 490 animais.

Os coeficientes de correlação fenotípica e genética de Pearson e de Spearman foram estimados usando o procedimento PROC CORR do programa SAS[®] (SAS, 1996). Foram obtidas estimativas de coeficientes de correlação fenotípica e genética entre os escores de *frame* (*FRAME_GMA* e *FRAME_BIF*), o índice CEIP e demais características consideradas na composição do índice, tendo em conta apenas os animais elegíveis para CEIP.

4 RESULTADOS

4.1 Escores de *FRAME_BIF*

Os escores de *FRAME_BIF*, denominados a partir deste ponto apenas como *FRAME_BIF* visando facilitar a redação dos resultados, foram estimados a partir da aplicação ao conjunto de dados das equações recomendadas por BIF (2002), conforme descrito em Métodos, totalizando 12.084 escores gerados.

Para efeito de estimação de parâmetros genéticos, as estimativas de *FRAME_BIF* foram arredondadas para valores inteiros. Essa decisão justifica-se na dificuldade de interpretação de valores decimais de *frame* visando, principalmente, sua aplicabilidade em campo e foi embasada nos altos coeficientes de correlação de Pearson e de Spearman observados entre valores decimais e inteiros do *FRAME_BIF*, obtidos pela aplicação do procedimento PROC CORR do programa SAS® (SAS, 1996). Os coeficientes de correlação fenotípica de Pearson e de Spearman estimados entre valores decimais e inteiros de *FRAME_BIF* foram, respectivamente: 0,95 e 0,93 para machos e 0,95 e 0,94 para fêmeas.

Nas figuras 4 e 5, são apresentadas as distribuições de freqüências dos escores de *FRAME_BIF*, respectivamente, para machos e fêmeas. A Tabela 8 traz a estatística descritiva da característica *FRAME_BIF* por sexo.

A distribuição dos escores de *FRAME_BIF* revela uma alta freqüência de animais com escores 6 e 7 independente do sexo, correspondendo a 40% dos escores estimados em machos e a 34%, em fêmeas. Uma freqüência destacada é também observada para o escore 5 nos machos e para o escore 8 nas fêmeas, correspondendo a, respectivamente, 8% e 13% do total de escores estimados.

Portanto, a freqüência de escores estimados 5, 6 e 7 correspondem a 48%

dos machos; nas fêmeas, a frequência de escores estimados 6, 7 e 8 correspondem a 47% dos animais.

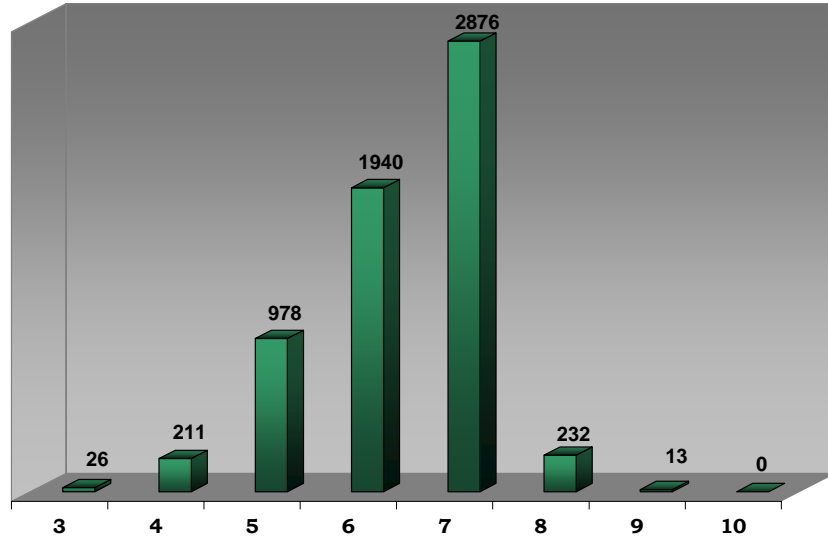


Figura 4 – Distribuição de frequências dos escores de *FRAME_BIF* em machos.

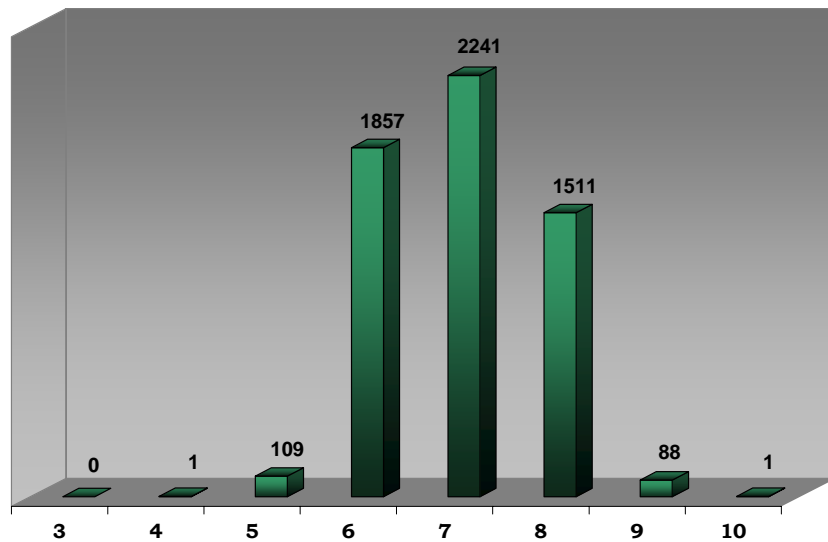


Figura 5 – Distribuição de frequências dos escores de *FRAME_BIF* em fêmeas.

Tabela 8 – Estatística descritiva para a característica escores de *FRAME_BIF* por sexo.

SEXO	N	\bar{X}	DP	CV	MIN	MAX
Machos	6276	6,3	0,9	14,7	3	9
Fêmeas	5808	6,9	0,9	12,2	4	10

N = número de observações; \bar{X} = média; DP = desvio-padrão; CV = coeficiente de variação (em %); MIN = valor mínimo; MAX = valor máximo

4.2 Escores de *FRAME_AT*

As Figuras 6 e 7 apresentam as freqüências dos escores de *frame* atribuídos (*FRAME_AT*) para machos e fêmeas a partir da distribuição em classes de ALT18 e PES18, como descrito em Métodos. Considerando apenas animais que apresentassem medidas de ALT18 e de PES18, foram gerados 12.635 escores de *FRAME_AT*.

Para maior facilidade de redação dos resultados, os escores de *FRAME_AT* serão denominados, a partir deste ponto, apenas como *FRAME_AT*.

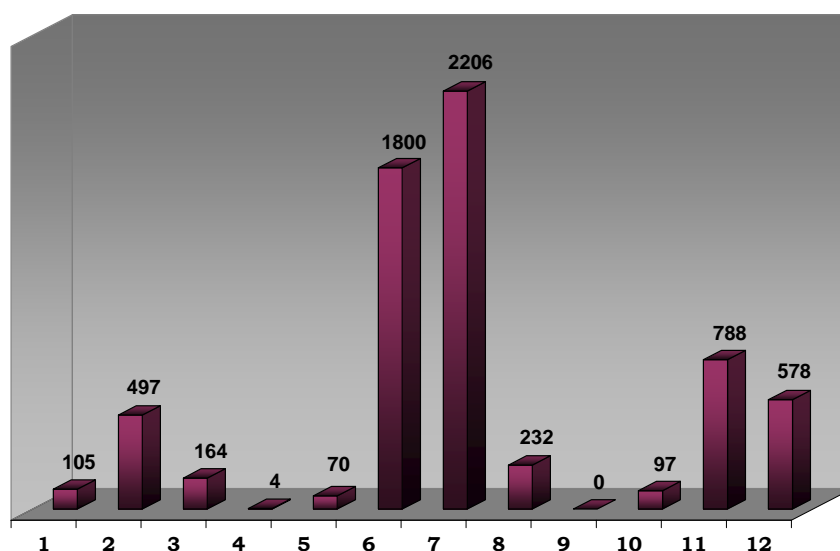


Figura 6 – Distribuição de freqüências dos escores de *frame* atribuído (*FRAME_AT*) em machos.

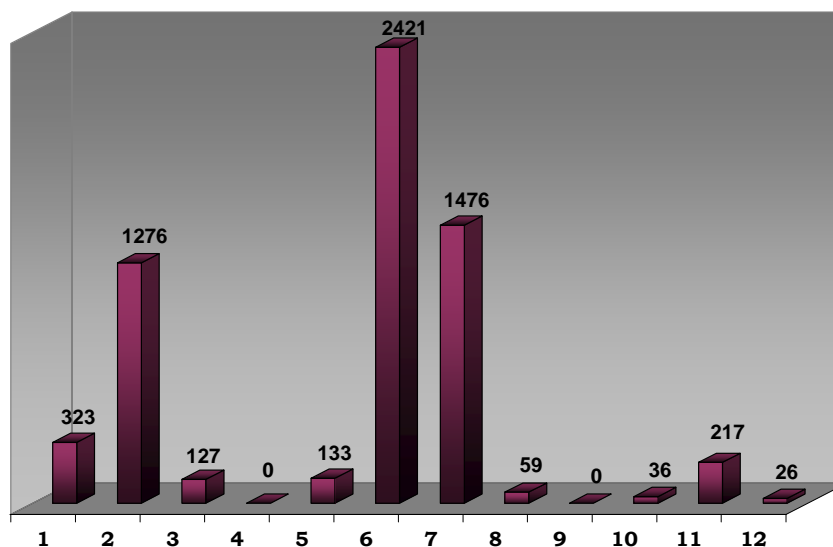


Figura 7 – Distribuição de frequências dos escores de *frame* atribuído (*FRAME_AT*) em fêmeas.

Nos machos, embora 61% dos dados de *FRAME_AT* sejam representados pelos escores 6 e 7, medianos para ALT18 e PES18, foi observada uma frequência relativamente alta de 21% de animais com escores 11 e 12, os mais altos e mais pesados segundo os critérios de atribuição dos escores.

Entre as fêmeas, 64% receberam escores 6 e 7, medianos para ALT18 e PES18 e 21%, escore 2, atribuído a animais da primeira classe de ALT18 e segunda classe de PES18.

Na Tabela 9, é apresentada a estatística descritiva da característica *FRAME_AT* por sexo.

Tabela 9 – Estatística descritiva para a característica escores de *frame* atribuído (*FRAME_AT*) por sexo.

SEXO	N	\bar{X}	DP	CV	MIN	MAX
Machos	6541	7,1	2,7	38,4	1	12
Fêmeas	6094	5,3	2,4	45,5	1	12

N = número de observações; \bar{X} = média; DP = desvio-padrão; CV = coeficiente de variação (em %); MIN = valor mínimo; MAX = valor máximo

Vários modelos foram testados para a variável dependente *FRAME_AT* quanto aos efeitos lineares e quadráticos das variáveis independentes ALT18, PES18, ID_ALT18 e as respectivas interações entre elas.

O processo de definição dos modelos de melhor ajuste para a estimação de escores de *frame* envolveu a retirada gradativa das variáveis independentes de efeito linear ou quadrático com base na análise das estatísticas R^2 , C(p) e QMR.

Os modelos que obtiveram o melhor ajuste para a estimação dos escores de *frame*, segundo o sexo, foram:

Machos:

$$\hat{Y}_{FRAME_AT} = - 7,01993 + 0,06294.X_1 - 0,14870.X_2 + 0,00119.X_1.X_2$$

Fêmeas:

$$\hat{Y}_{FRAME_AT} = - 93,47611 + 0,69992.X_1 + 0,14078.X_2 - 0,00093037.X_1.X_2$$

onde:

X_1 = ALT18 (em cm)

X_2 = PES18 (em kg)

Nas Tabelas 10 e 11, são apresentados os resumos das estatísticas R^2 , C(p) e QMR para as características incluídas nos modelos em questão.

Tabela 10 – Sumário das estatísticas R^2 , C(p) e QMR para as variáveis altura de garupa aos 18 meses (ALT18), peso aos 18 meses (PES18) e para a interação entre as variáveis (ALT18 x PES18) no modelo para estimação de escores de *FRAME_AT* em machos.

VARIÁVEL	R^2	C(p)	F	Pr > F
ALT18	0,77	1565,32	22430,30	< 0,0001
ALT18xPES18	0,81	220,75	1303,17	< 0,0001
PES18	0,82	4,00	218,75	< 0,0001

Tabela 11 – Sumário das estatísticas R^2 , $C(p)$ e QMR para as variáveis altura de garupa aos 18 meses (ALT18), peso aos 18 meses (PES18) e para a interação entre as variáveis (ALT18 x PES18) no modelo para estimação de escores de *FRAME_AT* em fêmeas.

VARIÁVEL	R^2	$C(p)$	F	Pr > F
ALT18	0,74	715,06	17045,6	< 0,0001
PES18	0,76	71,00	638,93	< 0,0001
ALT18xPES18	0,76	4,00	69,00	< 0,0001

Embora a variável ID_ALT18 tenha apresentado efeito significativo pela análise das estatísticas QMR e $C(p)$, o incremento obtido na estatística R^2 da ordem de 1% nos machos e de 0,3% nas fêmeas não justificou a sua inclusão nos modelos de estimação de escores de *frame*. Ao contrário dos modelos para estimação do *FRAME_BIF*, aplicáveis em qualquer idade do animal, os modelos para estimação de *frame* definidos nesse estudo foram obtidos a partir de um conjunto de dados com idades que variam num período fixo de 490 a 610 dias, portanto, era esperado que a variável ID_ALT18 não exercesse uma grande contribuição no ajuste dos modelos.

4.3 Escores de *FRAME_GMA*

Os modelos definidos a partir da regressão dos escores de *FRAME_AT* para machos e fêmeas foram, então, aplicados ao conjunto de dados. Considerando apenas animais que apresentassem medidas observadas de ALT18 e de PES18, foram obtidas 12.635 estimativas de escores, denominadas, escores de *FRAME_GMA*.

Do total de estimativas geradas, 1,92% extrapolaram a faixa definida de 1 a 12 para variação dos escores, sendo 82 registros com escores abaixo de 1 (de -2,3 a -0,04 e de 0,01 a 0,99) e 161 registros com escores acima de 12 (de 12,1 a 15,5). Os escores abaixo de 1 foram observados em 23 machos e 59 fêmeas e os escores acima de 12, apenas em machos. Esses registros foram trazidos para a faixa de

escores definidas, sendo os escores menores que 1 e diferentes de zero assumidos como 1 e os escores maiores que 12 assumidos como 12. Esse procedimento foi embasado nos altos coeficientes de correlação fenotípica de Pearson e de Spearman observados entre os escores de *FRAME_GMA* antes e após a aproximação feita, da ordem de 0,99 para machos e fêmeas.

A Tabela 12 apresenta uma descrição dos valores médios, mínimos, e máximos dos escores de *FRAME_GMA* em machos e fêmeas que extrapolaram a faixa definida de 1 a 12.

Tabela 12 – Valores médios, mínimos e máximos para os escores de *FRAME_GMA* que extrapolaram a faixa de variação de 1 a 12, por sexo.

ESCORES	SEXO	N	\bar{X}	MIN	MAX
Abaixo de 1	macho	23	0,78	0,03	0,86
	fêmea	59	0,14	- 2,30	0,99
Acima de 12	macho	161	13,08	12,10	15,50

N = número de observações; \bar{X} = média; MIN = valor mínimo; MAX = valor máximo

Os escores de *FRAME_GMA* foram, então, arredondados para valores inteiros, considerando a mesma justificativa utilizada para o procedimento com o *FRAME_BIF* de que valores decimais de *frame* são de difícil interpretação, principalmente a nível de campo. Os coeficientes de correlação fenotípica de Pearson e de Spearman, da ordem de 0,99 para machos e fêmeas, observados entre valores decimais e inteiros sustentam a decisão do uso de valores inteiros para os escores de *FRAME_GMA*.

Para uma maior facilidade de redação, os escores de *FRAME_GMA* serão tratados, a partir deste ponto, apenas como *FRAME_GMA*.

Na Tabela 13, é apresentada a estatística descritiva para a característica *FRAME_GMA* por sexo.

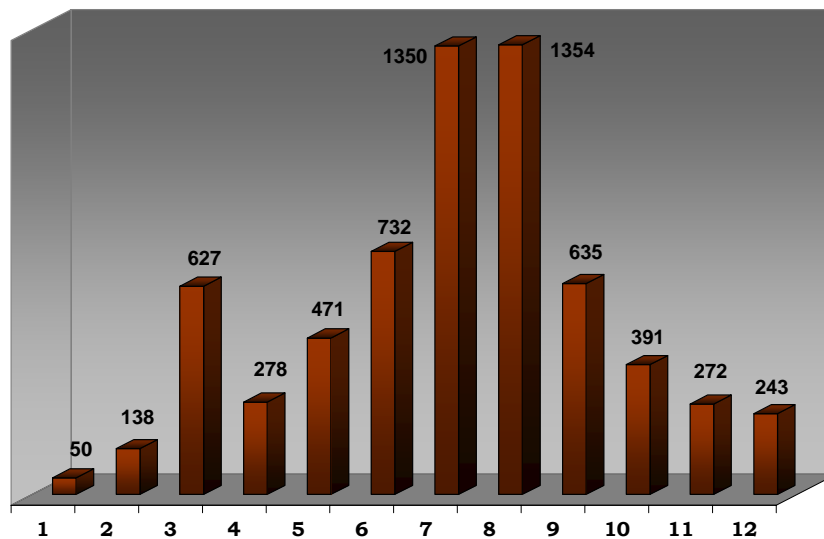
Tabela 13 – Estatística descritiva para a característica escores de *FRAME_GMA* por sexo.

SEXO	N	\bar{X}	DP	CV	MIN	MAX
Machos	6541	7,0	2,4	34,5	1	12
Fêmeas	6094	5,4	2,1	39,5	1	11

N = número de observações; \bar{X} = média; DP = desvio-padrão; CV = coeficiente de variação (em %); MIN = valor mínimo; MAX = valor máximo

As Figuras 8 e 9 apresentam as distribuições de freqüências do *FRAME_GMA* em machos e fêmeas, respectivamente.

Para efeito comparativo, as Figuras 10 e 11 trazem as distribuições de freqüências do *FRAME_GMA* e *FRAME_BIF* em machos e fêmeas.

Figura 8 - Distribuição de freqüências dos escores de *FRAME_GMA* em machos.

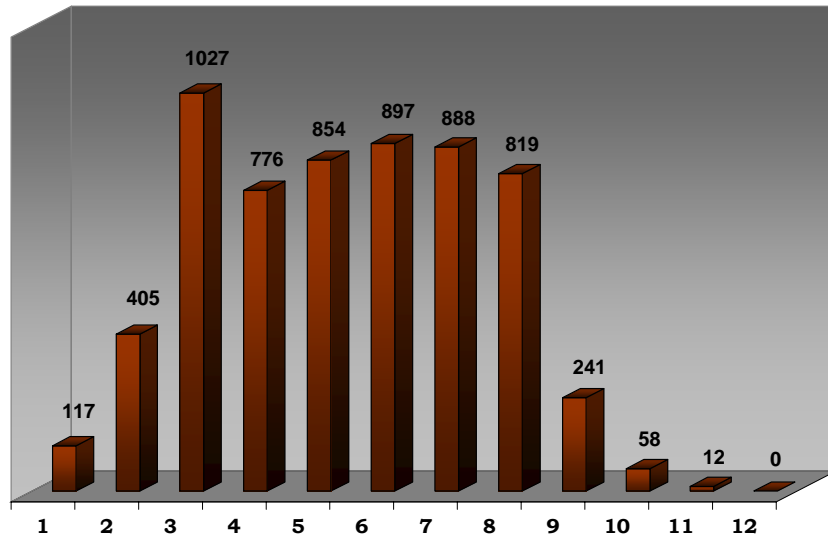


Figura 9 - Distribuição de freqüências dos escores de *FRAME_GMA* em fêmeas.

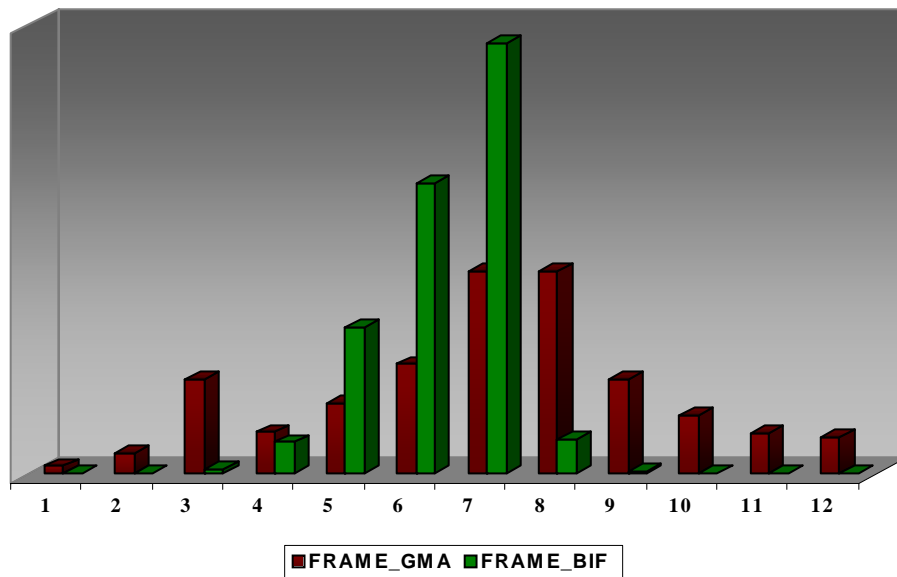


Figura 10 - Distribuição comparativa de freqüências dos escores de *FRAME_GMA* e *FRAME_BIF* em machos.

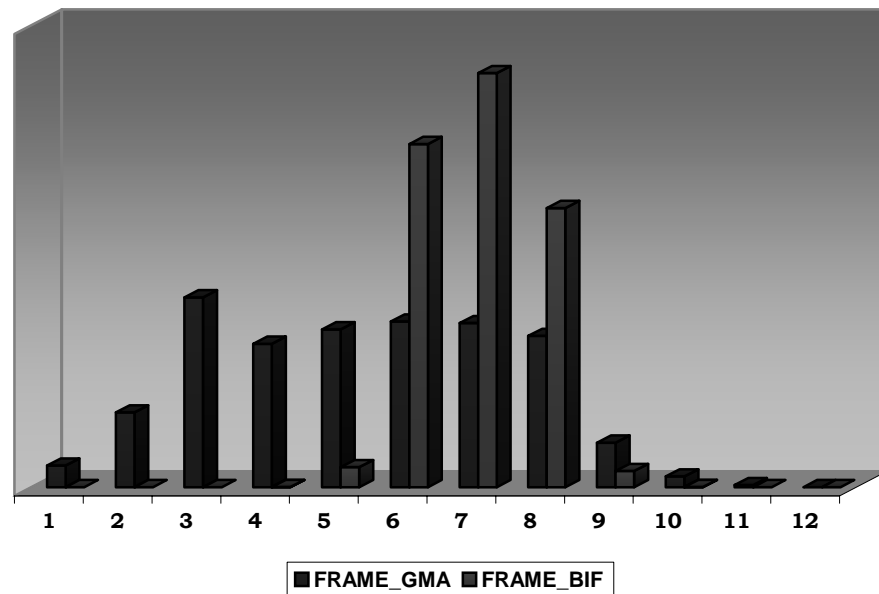


Figura 11 – Distribuição comparativa de frequências dos escores de *FRAME_GMA* e *FRAME_BIF* em fêmeas.

4.4 Estimação de parâmetros genéticos

4.4.1 Estimativas de herdabilidades e componentes de (co)variância em análises uni-característica

A herdabilidade de uma característica reflete a proporção da variância total que é atribuída ao efeito médio dos genes, sendo expressa pela razão entre a variância genética aditiva, principal determinante das propriedades genéticas de uma população e de sua eficiência de resposta à seleção, e a variância fenotípica total. Os componentes genéticos da variância (variância genética aditiva, desvios causados pela dominância e desvios causados pela interação) são influenciados pelas frequências gênicas que diferem entre populações distintas e ao longo do tempo para uma mesma população, de forma que quaisquer alterações na magnitude dos componentes de variância irão influenciar a estimativa da

herdabilidade. A herdabilidade é, portanto, uma propriedade da população e das condições ambientais a que estão submetidos os animais (FALCONER, 1981).

As estimativas de herdabilidade para efeito genético aditivo direto e a fração da variância fenotípica devida ao ambiente obtidas em análises uni-característica para *FRAME_GMA* e *FRAME_BIF* pelo método de máxima verossimilhança restrita (REML) são apresentadas na Figura 12.

Na Tabela 14, são mostradas as estimativas de componentes de (co)variância e de parâmetros genéticos obtidas em análises uni-característica para *FRAME_GMA*, *FRAME_BIF*, ALT18, PES18, PESDES, GP_345, PE18 e MUSC18.

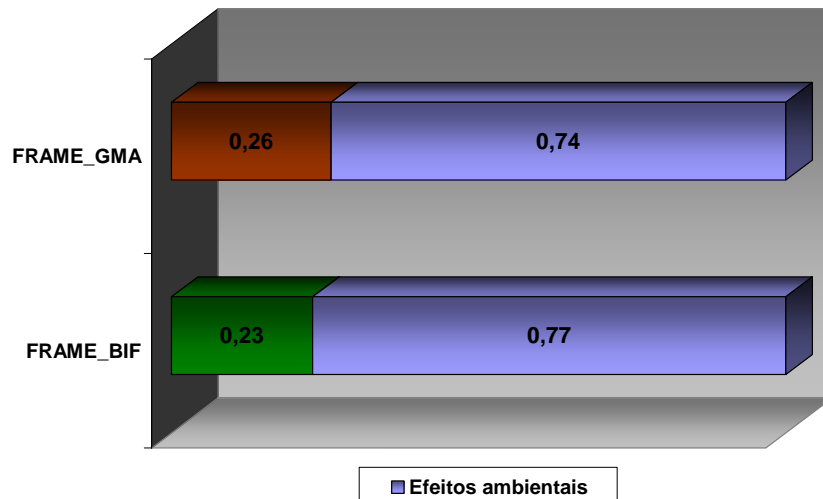


Figura 12 – Estimativas de herdabilidade para efeito genético aditivo direto e da fração da variância fenotípica devida ao ambiente obtidas em análises uni-característica para escores de *FRAME_GMA* e *FRAME_BIF* pelo método de máxima verossimilhança restrita (REML).

4.4.2 Estimativas de herdabilidades e componentes de (co)variância em análises bi-característica

Na Figura 13, são mostradas as estimativas de herdabilidade para efeito genético aditivo direto para *FRAME_GMA* e *FRAME_BIF* obtidas em análises bi-

característica com PES18, PESDES, GP_345 e PE18 pelo método de máxima verossimilhança restrita (REML).

Na Tabela 15, são apresentadas as estimativas de componentes de (co)variância observadas nas análises bi-característica realizadas.

4.4.3 Correlações fenotípicas e genéticas

Foram obtidos coeficientes de correlação fenotípica e genética de Pearson e de Spearman entre os escores de *FRAME_GMA* e *FRAME_BIF* e entre cada um dos escores e ALT18, PES18 e ID_ALT18, características consideradas nos modelos para estimação do *FRAME_GMA* (ALT18 e PES18) e do *FRAME_BIF* (ALT18 e ID_ALT18).

Na estimativa dos coeficientes de correlação genética, utilizaram-se as informações de DEPs geradas pelas análises uni-característica.

Os coeficientes de correlação fenotípica de Pearson (0,87) e Spearman (0,83) entre o *FRAME_GMA* e o *FRAME_BIF* observados em machos foram inferiores àqueles encontrados para fêmeas (0,92 para os dois tipos de coeficientes). Para as estimativas de correlação genética entre os dois escores de *frame* não foram encontradas diferenças entre sexo, assumindo o valor de 0,92 para o coeficiente de Pearson e 0,91 para o coeficiente de Spearman.

As estimativas de correlação genética obtidas nas análises bi-característica entre o *FRAME_GMA* e as características PESDES, PES18 e GP_345 foram de média magnitude, variando entre 0,49 e 0,67. Para as análises entre o *FRAME_BIF* e as mesmas características, os coeficientes de correlação genética observados variaram entre 0,30 e 0,60. Para PE18, as estimativas foram positivas e de baixa magnitude.

Nas Figuras 14 e 15, são apresentadas as estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica e genética de Pearson e de Spearman entre os escores de *FRAME_GMA* e *FRAME_BIF* e as características ID_ALT18, PES18 e ALT18 para machos e fêmeas, respectivamente.

Na Tabela 16, são mostrados os coeficientes de correlação fenotípica e genética de Pearson e de Spearman entre os escores de *frame* (*FRAME_GMA* e *FRAME_BIF*), o índice CEIP e as características PESDES, GP_345, MUSC18 e PE18, que entram na composição do índice CEIP.

4.4.4 Tabelas de escores de *FRAME_GMA*

A elaboração de tabelas que apresentem as estimativas de altura de garupa dos animais por sexo em relação às idades estudadas e os escores de *FRAME_GMA* observados, a exemplo do que foi proposto por BIF (2002), tem por objetivo facilitar a aplicação da metodologia apresentada, agilizando a avaliação dos animais em campo.

Esses resultados são mostrados nas Tabelas 17 e 18.

Tabela 14 – Estimativas de componentes de co(variância) e de parâmetros genéticos para análises uni-característica de escores de *FRAME_GMA*, escores de *FRAME_BIF*, altura de garupa aos 18 meses (ALT18), peso aos 18 meses (PES18), peso à desmama (PESDES), ganho de peso da desmama ao sobreano (GP_345), perímetro escrotal aos 18 meses (PE18) e escores visuais para musculosidade aos 18 meses (MUSC18) obtidas pelo método de máxima verossimilhança restrita (REML).

σ_a^2 =variância genética aditiva direta; σ_m^2 =variância genética aditiva materna; σ_{am} =covariância entre os efeitos genéticos aditivos direto e materno; σ_c^2 =variância devido ao efeito permanente de ambiente; σ_e^2 =variância de ambiente; σ_P^2 =variância fenotípica; h_a^2 =estimativa de herdabilidade para

Análise	COMPONENTES DE (CO)VARIÂNCIA						PARÂMETROS GENÉTICOS				
	σ_a^2	σ_m^2	σ_{am}	σ_c^2	σ_e^2	σ_P^2	h_a^2	h_m^2	r_{am}	c^2	e^2
<i>FRAME_GMA</i>	0,63	–	–	–	1,78	2,40	0,26 ± 0,03	–	–	–	0,74 ± 0,03
<i>FRAME_BIF</i>	0,10	–	–	–	0,35	0,45	0,23 ± 0,03	–	–	–	0,77 ± 0,03
ALT18	2,45	–	–	–	7,25	9,71	0,25 ± 0,03	–	–	–	0,75 ± 0,03
PES18	161,40	–	–	–	319,91	481,31	0,34 ± 0,03	–	–	–	0,66 ± 0,03
PESDES	63,80	3,70	6,39	38,79	118,17	230,85	0,28 ± 0,04	0,02 ± 0,02	0,42 ± 0,50	0,17 ± 0,02	0,51 ± 0,03
GP_345	104,26	40,75	- 39,90	–	219,74	324,84	0,32 ± 0,05	0,13 ± 0,04	- 0,61 ± 0,10	–	0,68 ± 0,04
PE18	3,68	–	–	–	3,02	6,69	0,55 ± 0,05	–	–	–	0,45 ± 0,05
MUSC18	0,09	–	–	–	0,49	0,59	0,16 ± 0,03	–	–	–	0,84 ± 0,03

efeitos genéticos aditivos diretos; h_m^2 =estimativa de herdabilidade para efeitos genéticos maternos; r_{am} = correlação entre efeitos genéticos direto e materno; c^2 =fração da variância fenotípica devido ao ambiente permanente; e^2 =fração da variância fenotípica devido ao ambiente, – efeito não incluído no modelo.

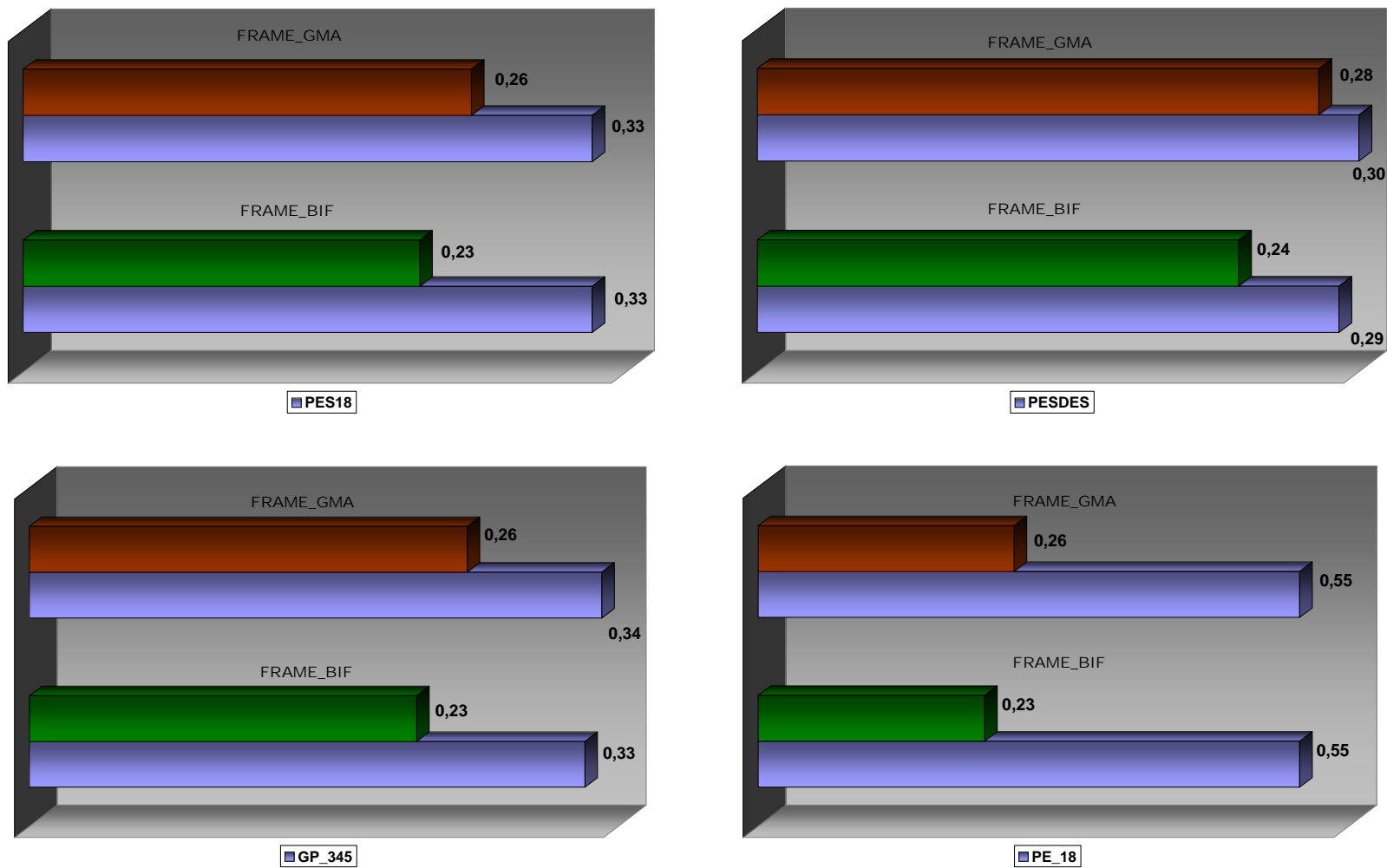
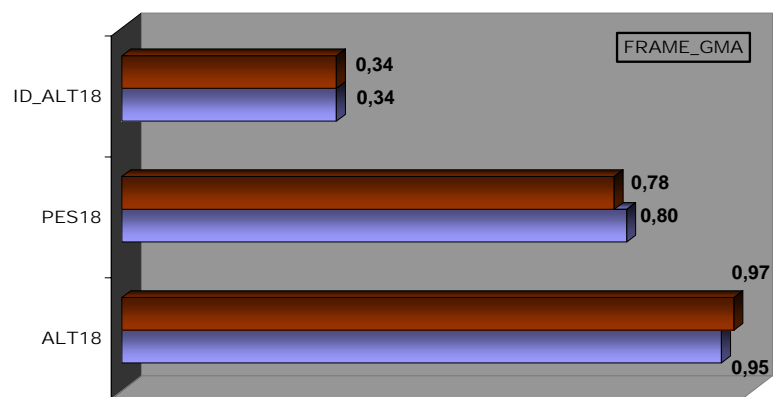


Figura 13 - Estimativas de herdabilidade para efeito genético aditivo direto para escores de *FRAME_GMA*, escores de *FRAME_BIF*, peso aos 18 meses (PES18), peso à desmama (PESDES), ganho de peso da desmama ao sobreano (GP_345) e perímetro escrotal aos 18 meses (PE18) obtidas em análises bi-característica pelo método de máxima verossimilhança restrita (REML).

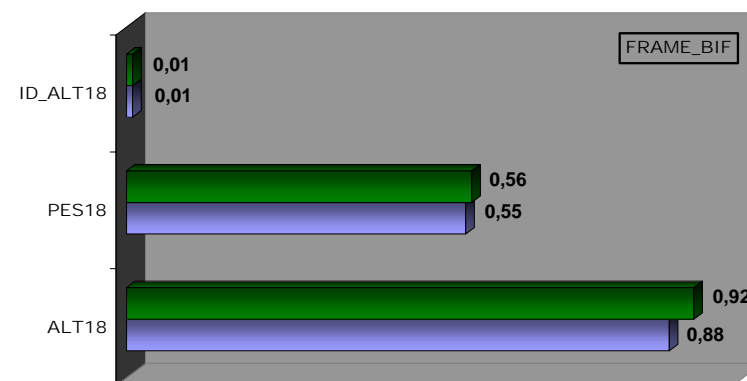
Tabela 15 - Estimativas de componentes de co(variância) obtidas em análises bi-característica, tendo o *frame* como característica âncora, entre escores de *FRAME_GMA*, escores de *FRAME_BIF* e altura de garupa aos 18 meses (ALT18), peso aos 18 meses (PES18), peso à desmama (PESDES), ganho de peso da desmama ao sobreano (GP_345) e perímetro escrotal aos 18 meses (PE18) pelo método de máxima verossimilhança restrita (REML).

Análise	σ_{a1}^2	σ_{a2}^2	σ_{m2}^2	σ_{a1a2}	σ_{a1m2}	σ_{a2m2}	σ_{c2}^2	σ_{e1}^2	σ_{e2}^2	σ_{e1e2}	σ_{p1}^2	σ_{p2}^2	σ_{p1p2}
GMA x PES18	0,63	160,99	–	6,65	–	–	–	1,78	320,49	14,20	2,41	481,48	20,86
GMA x PESDES	0,68	69,50	11,26	4,63	0,99	4,12	26,56	1,76	120,16	5,99	2,44	231,59	11,11
GMA x GP_345	0,63	111,40	26,94	4,14	- 2,03	- 32,19	–	1,78	219,89	7,41	2,41	326,05	10,53
GMA x PE18	0,62	3,65	–	0,15	–	–	–	1,78	3,02	0,59	2,41	6,67	0,74
BIF x PES18	0,10	161,14	–	2,06	–	–	–	0,35	320,31	4,28	0,45	481,45	6,33
BIF x PESDES	0,11	67,31	10,62	1,63	0,37	2,97	31,32	0,35	119,00	1,85	0,46	231,22	3,67
BIF x GP_345	0,10	106,52	34,43	1,00	- 0,59	- 36,30	–	0,35	220,48	2,17	0,45	325,13	2,88
BIF x PE18	0,10	3,69	–	0,05	–	–	–	0,35	3,00	0,16	0,45	6,69	0,21

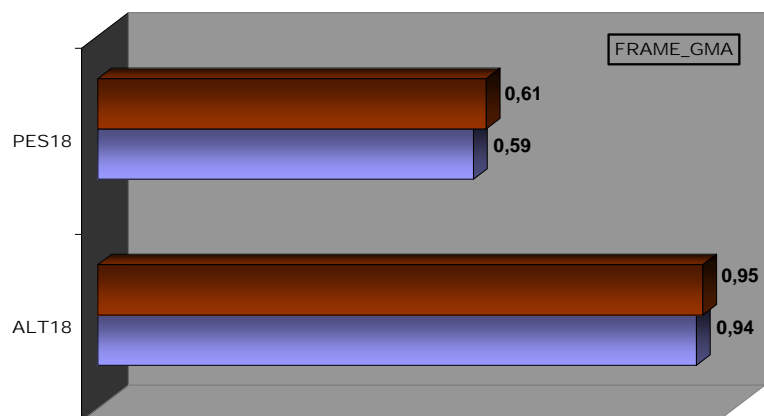
σ_a^2 =variância genética aditiva direta; σ_m^2 =variância genética aditiva materna; σ_{am} =covariância entre os efeitos genéticos aditivos direto e materno; σ_c^2 =variância devido ao efeito permanente de ambiente; σ_e^2 =variância de ambiente; σ_p^2 =variância fenotípica; h_a^2 =estimativa de herdabilidade para efeitos genéticos aditivos diretos; h_m^2 =estimativa de herdabilidade para efeitos genéticos maternos; r_{am} = correlação entre efeitos genéticos direto e materno; c^2 =fração da variância fenotípica devido ao ambiente permanente; e^2 =fração da variância fenotípica devido ao ambiente, – efeito não incluído no modelo; 1 = componentes de (co)variância para a primeira característica na análise (GMA ou BIF); 2 = componente de (co)variância para a segunda característica na análise.



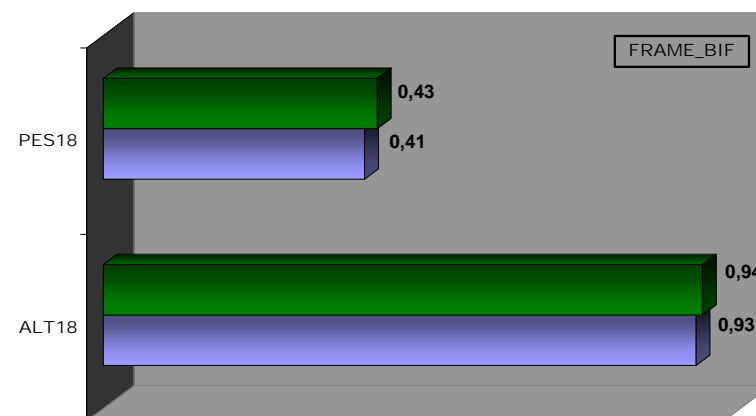
■ SPEARMAN ■ PEARSON



■ SPEARMAN ■ PEARSON



■ SPEARMAN ■ PEARSON



■ SPEARMAN ■ PEARSON

Figura 14 – Coeficientes de correlação fenotípica (acima) e genética (abaixo) de Pearson e de Spearman entre escores de *frame* (*FRAME_GMA* e *FRAME_BIF*) e características idade na data da medida de altura de garupa (ID_ALT18), peso aos 18 meses (PES18) e altura de garupa aos 18 meses (ALT18) em machos.

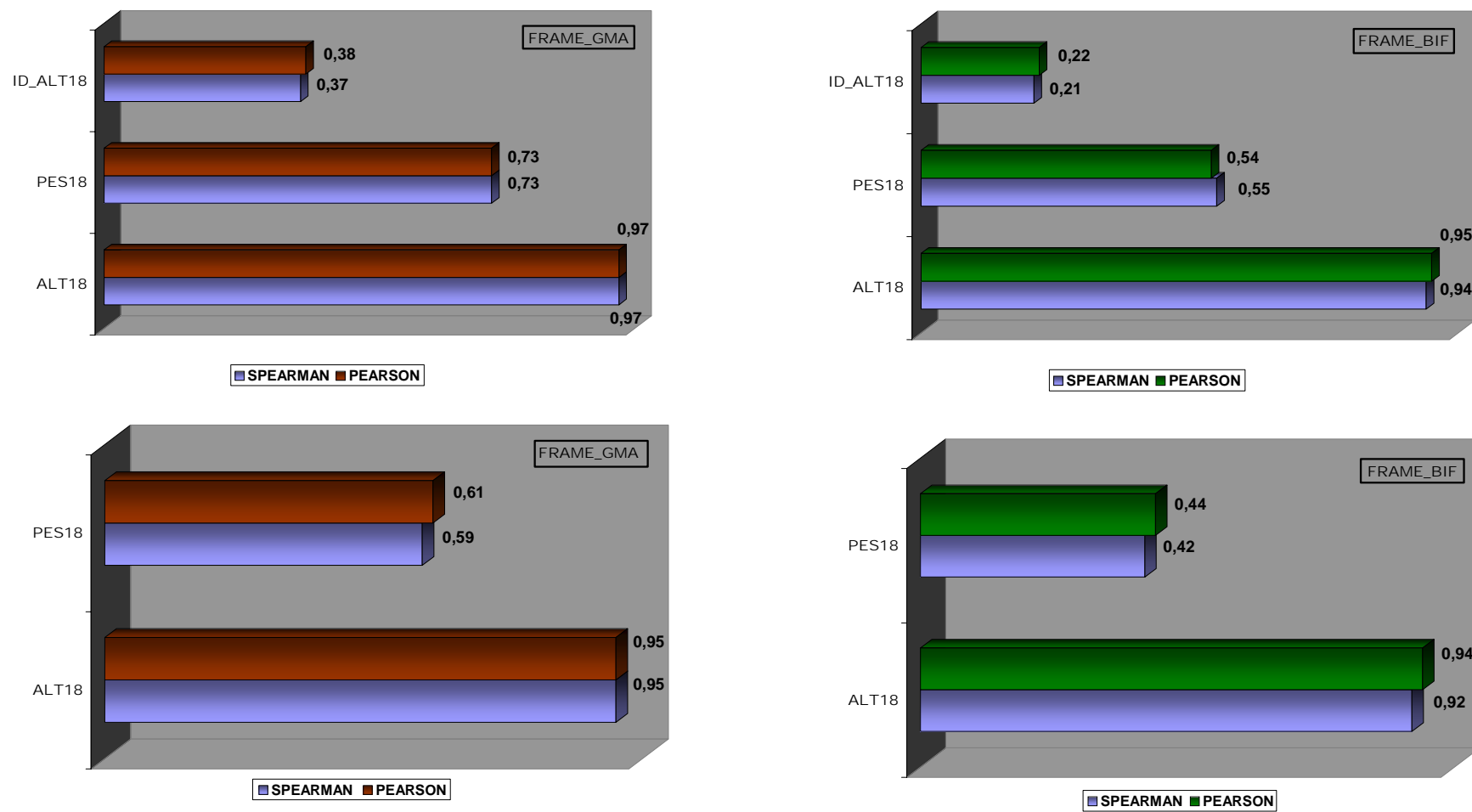


Figura 15 – Coeficientes de correlação fenotípica (acima) e genética (abaixo) de Pearson e de Spearman entre escores de *frame* (*FRAME_GMA* e *FRAME_BIF*) e características idade na data da medida de altura de garupa (ID_ALT18), peso aos 18 meses (PES18) e altura de garupa aos 18 meses (ALT18) em fêmeas.

Tabela 16 – Coeficientes de correlação fenotípica de Pearson e de Spearman entre os escores de *frame* (*FRAME_GMA* e *FRAME_BIF*), o índice CEIP (*I_CEIP*) e as características peso à desmama (*PESDES*), ganho de peso da desmama ao sobreano (*GP_345*), escores visuais para musculabilidade aos 18 meses (*MUSC18*) e perímetro escrotal aos 18 meses (*PE18*) por sexo.

	CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS				CORRELAÇÕES GENÉTICAS			
	<i>FRAME_GMA</i>		<i>FRAME_BIF</i>		<i>FRAME_GMA</i>		<i>FRAME_BIF</i>	
	Pearson	Spearman	Pearson	Spearman	Pearson	Spearman	Pearson	Spearman
I_CEIP	0,21	0,26	0,13	0,13	0,22	0,21	0,13	0,11
PESDES	0,45	0,39	0,41	0,25	0,40	0,40	0,30	0,29
GP_345	0,24	0,38	0,15	0,20	0,29	0,30	0,16	0,17
MUSC18	0,32	0,42	0,16	0,15	- 0,01	0,00	- 0,14	- 0,12
PE18	0,19	0,27	0,11	0,11	0,06	0,05	- 0,01	- 0,02

Tabela 17 – Estimativas de altura de garupa (em cm) em relação à idade dos animais e aos escores de *FRAME_GMA* para machos.

IDADE (MESES)	ESCORES DE <i>FRAME_GMA</i>											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	125,3	128,3	130,1	133,1	135,5	137,4	139,7	140,2	141,5	143,6	145,2	149,6
17	125,7	128,4	130,8	133,4	135,4	137,3	139,3	140,5	142,3	143,6	145,1	147,5
18	125,4	128,0	130,1	133,4	135,2	137,0	139,0	140,5	142,0	143,4	144,8	147,2
19	125,7	128,0	129,8	132,6	135,4	137,2	139,0	140,3	141,9	143,4	144,6	147,1

Tabela 18 – Estimativas de altura de garupa (em cm) em relação à idade dos animais e aos escores de *FRAME_GMA* para fêmeas.

IDADE (MESES)	ESCORES DE <i>FRAME_GMA</i>										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16	126,8	129,7	130,2	132,2	134,4	136,4	138,5	140,0	142,4	144,7	--
17	126,7	129,0	130,2	131,7	134,1	136,1	138,2	140,0	142,2	144,4	148,0
18	126,0	128,8	130,2	131,7	133,9	135,8	137,7	140,0	142,0	144,7	146,9
19	126,3	129,0	130,6	132,8	134,3	135,9	137,7	139,7	142,1	144,4	146,7

5 DISCUSSÃO

5.1 Escores de *FRAME_BIF*

Embora o conceito de escores de *frame* venha sendo utilizado com certa freqüência no meio técnico e entre criadores de bovinos de corte, poucos trabalhos são encontrados na literatura, seja abordando metodologias de estimação, seja descrevendo os seus efeitos sobre características produtivas. A maior parte dos estudos envolvendo características relacionadas à estrutura corporal de bovinos de corte são, ainda, baseados no peso adulto ou na altura, geralmente tomada na garupa do animal.

As metodologias empregadas na estimação dos escores de *frame* usualmente apóiam-se nas equações recomendadas por BIF (2002), como descrito em Mercadante et al. (2004) e Wilson ([200?]). Entretanto, escores de *frame* têm sido definidos, também, a partir de classes de altura de garupa (OLSON et al., [199?]; VARGAS et al., 1999) ou por avaliação visual, quando o escore de *frame* é estabelecido com base na relação entre a estrutura corporal (altura e comprimento do corpo) e a idade do animal (CARDOSO; CARDELLINO; CAMPOS, 1998; GRONA et al., 2002; USDA, 2000).

Com uma idade média de $531,9 \pm 29,5$ dias e altura de garupa variando entre 123 a 152 cm, com média de $138,7 \pm 4,6$ cm, a média de escores de *FRAME_BIF* nesse conjunto de dados para machos foi de $6,3 \pm 0,9$. Para fêmeas, a média de escores de *FRAME_BIF* foi de $6,9 \pm 0,9$, com idade média de $534,3 \pm 28,8$ dias e altura de garupa variando entre 122 a 148 cm, o que resultou em média de $134,8 \pm 4,2$ cm. Mercadante et al. (2004) encontraram média inferior, de $6,03 \pm 0,99$, para escores de *FRAME_BIF* em fêmeas entre 16 e 21 meses de idade. Não foram

encontrados na literatura estudos empregando as equações recomendadas pelo BIF (2002) para estimação de escores de *frame* em machos nessa faixa etária.

A baixa variabilidade dos escores de *FRAME_BIF*, refletida pelos coeficientes de variação, respectivamente, de 14,7 em machos e 12,2 em fêmeas, e uma concentração de escores estimados 6 e 7 estão de acordo com os resultados obtidos por Mercadante et al. (2004).

5.2 Escores de *FRAME_GMA*

Em função do critério utilizado para atribuição dos escores de *frame* (*FRAME_AT*), os escores aumentam dentro de uma mesma classe de altura em relação às classes de peso, conforme Tabela 6.

Da mesma forma observada para o *FRAME_BIF*, houve uma concentração de escores 6 e 7, correspondendo a 61% dos escores em machos e 64% dos escores em fêmeas. Uma frequência relativamente alta de 21% de machos com escores 11 e 12 e de 21% de fêmeas com escore 2, acabou por definir uma média de *FRAME_AT* mais alta para machos ($7,1 \pm 2,74$) e mais baixa para fêmeas ($5,3 \pm 2,41$) em relação às médias observadas para o *FRAME_BIF*.

Os modelos propostos para estimação de escores de *frame*, que incluíram as variáveis independentes ALT18, PES18 e uma interação entre ALT18 e PES18, apresentaram um R^2 alto, tanto para machos (0,82) como para fêmeas (0,76), indicando em associação com a análise das estatísticas C(p) e QMR, uma aderência significativa desses modelos ao conjunto de dados.

Embora a análise das estatísticas C(p) e QMR tenham identificado um efeito significativo da variável independente ID_ALT18, a pequena contribuição em termos de aumento do R^2 , não justificou a sua inclusão nos modelos finais. Esse comportamento da variável era esperado, uma vez que as idades dos animais variaram em torno de um período fixo de 490 a 610 dias, ao contrário do que ocorre com as equações para estimação do *FRAME_BIF*, que são aplicáveis em qualquer idade do animal.

Os escores de *FRAME_GMA* apresentaram médias de $7,0 \pm 2,4$ e $5,4 \pm 2,1$, respectivamente, para machos e fêmeas, semelhantes às médias observadas para os escores de *FRAME_AT*. Foi observada, entretanto, uma redução no coeficiente de variação dos escores de *FRAME_GMA* de aproximadamente 10% nos machos e 13% nas fêmeas em relação ao *FRAME_AT*.

Os coeficientes de variação observados por sexo para o *FRAME_BIF* foram inferiores aos coeficientes de variação encontrados para *FRAME_GMA*. Conforme apresentado nas Tabelas 4 e 5, o coeficiente de variação do PES18 é cerca de 72% superior ao coeficiente de variação de ALT18 e aproximadamente 52,5% superior ao coeficiente de variação de ID_ALT18 considerando machos e fêmeas. Nos modelos para estimação do *FRAME_GMA*, o PES18 estará influenciando a elevação dos coeficientes de variação dos escores de *frame*, uma vez que apresenta maior variabilidade, o que não ocorre com os escores de *FRAME_BIF*, cujas variáveis incluídas no modelo apresentam baixa variabilidade.

5.3 Estimativas de herdabilidade

A estimativa de herdabilidade para efeito genético aditivo direto para *FRAME_GMA* ($h^2_a=0,26 \pm 0,03$), obtida em análise uni-característica, foi ligeiramente superior àquela apresentada pelo *FRAME_BIF* ($h^2_a=0,23 \pm 0,03$). Em análises bi-característica com PESDES, as herdabilidades estimadas para efeito genético aditivo direto para *FRAME_GMA* e *FRAME_BIF* foram mais altas, respectivamente, 0,28 e 0,24, mantendo-se, entretanto, a magnitude de diferença entre elas. As estimativas de herdabilidade para o *FRAME_BIF*, obtidas em análises uni-característica e bi-característica, foram inferiores às encontradas por Mercadante et al. (2004), de $0,48 \pm 0,04$ e 0,60, respectivamente, num conjunto de dados de 3.948 animais.

As estimativas de herdabilidade para efeito genético aditivo direto para *FRAME_GMA* e *FRAME_BIF* em análises bi-característica com PES18, GP_345 e PE18 apresentaram os mesmos valores encontrados nas análises uni-característica.

Os coeficientes de herdabilidade estimados para os escores de *frame* nesse estudo podem ser considerados de baixa magnitude, quando comparados aos poucos resultados da literatura. Entretanto, os estudos existentes atualmente consideraram a estimação do escore de *frame* a partir de bases de dados relativamente pequenas em relação ao conjunto de dados utilizado nesse trabalho, o que pode interferir na estimação dos componentes de (co)variância e, conseqüentemente, nas estimativas de herdabilidade. Mercadante et al. (2004) trabalharam com 3.948 registros de escores de *frame* de animais jovens e 1.443 registros de escores de *frame* em vacas, oriundos de medidas repetidas de altura de garupa. Olson et al. ([199?]) e Vargas et al. (1999) trabalharam com dados de escores de *frame* 612 vacas. Wilson ([200?]) utilizou registros de escores de *frame* de 4.023 vacas.

Ainda assim, a utilização do *FRAME_GMA* como um critério de seleção carrega consigo as vantagens de apresentar maior adequação à aplicação em zebuínos, contemplar a característica peso na sua estimação, que é um componente do *frame* do animal e, principalmente, apresentar uma estimativa de herdabilidade superior àquela encontrada para o *FRAME_BIF*, permitindo maior resposta à seleção genética.

As estimativas de covariância encontradas para o *FRAME_GMA* ($\sigma_{a1a2} = 4,63$) e para o *FRAME_BIF* ($\sigma_{a1a2} = 1,63$), em análises bi-característica com PESDES, indicam que a seleção para peso à desmama irá refletir positivamente sobre o aumento dos escores de *frame*. Respostas correlacionadas positivas entre o peso à desmama e altura (SCARPATI et al., 1996) e entre peso à desmama e peso adulto (BULLOCK; BERTRAND; BENYSHEK, 1993), comprovam que a seleção para pesos às idades jovens de fato refletem num aumento das características relacionadas ao *frame* em bovinos de corte.

Para ALT18, a estimativa de herdabilidade para efeito genético aditivo direto foi de $0,25 \pm 0,03$. Estimativas de herdabilidade mais altas foram reportadas por VARGAS et al. (2000) ($h^2_a=0,87$) e VARGAS et al. (1998) ($h^2_a=0,65$) na raça Brahman, considerando 684 registros de altura e por Mercadante et al. (2003) ($h^2_a=0,45 \pm 0,06$) na raça Nelore, considerando 1599 registros de altura.

Para PESDES, a estimativa de herdabilidade para efeito genético aditivo direto foi de $0,28 \pm 0,04$ e para efeito materno, de $0,02 \pm 0,02$. Estimativas inferiores para efeito direto foram reportadas por Koots et al. (1994) ($h^2_a=0,24$) e Mohiuddin

(1993) ($h^2_a=0,22$) e estimativa superior encontrada por Lôbo, Madalena e Vieira (2000) ($h^2_a=0,30$), todas referentes à estimativas ponderadas em revisões de literatura. A estimativa para efeitos genéticos maternos encontrada nesse estudo, de $0,02 \pm 0,02$, foi inferior àquelas reportadas por Koots et al.(1994) e Mohiuddin (1993), ($h^2_a=0,13$).

As estimativas de herdabilidade para efeito genético aditivo direto encontradas para PES18 ($h^2_a=0,34 \pm 0,03$) e para GP_345 ($h^2_a=0,32 \pm 0,05$) são ligeiramente superiores à estimativa média reportadas por Lôbo, Madalena e Vieira (2000), respectivamente, 0,31 e 0,33. Para PE18, a estimativa para efeito direto ($h^2_a=0,55 \pm 0,05$) foi superior à estimativa média descrita por Lôbo, Madalena e Vieira (2000), ($h^2_a=0,31$).

Os coeficientes de herdabilidade encontrados nesse estudo para PESDES, PES18, GP_345 e PE18 são de magnitude moderada, indicando a possibilidade de mudanças na direção dessas características por seleção genética.

5.4 Correlações fenotípicas e genéticas

Em todas as correlações fenotípicas e genéticas estabelecidas nesse trabalho, os coeficientes de correlação de Pearson e de Spearman apresentaram valores muito próximos, o que pode ser justificado pela exclusão inicial de observações discrepantes (*outliers*) do banco de dados para todas as variáveis em estudo.

Correlações fenotípicas e genéticas de alta magnitude entre o *FRAME_GMA* e o *FRAME_BIF* indicam que os modelos definidos para estimação do *FRAME_GMA* apresentam um bom ajuste ao conjunto de dados, com a vantagem sobre as equações para estimação do *FRAME_BIF* de considerar a variável peso, a qual é um componente do *frame* do animal. Esses resultados estão de acordo com Horimoto et al. (2004).

Os coeficientes de correlação genética obtidos em análises bi-característica com PESDES, PES18 e GP_345 foram de média a alta magnitude para os dois

escores de *frame*, indicando que a prática da seleção genética para peso corporal apresenta reflexos indesejáveis no aumento do *frame* dos animais. Para PE18, correlações genéticas positivas e de baixa magnitude com os dois escores de *frame* refletem pouca mudança na estrutura corporal dos animais, quando sob seleção para perímetro escrotal.

As estimativas de correlação fenotípica observadas entre o *FRAME_GMA* e as variáveis independentes ID_ALT18, PES18 e ALT18 foram sempre superiores, tanto para machos quanto para fêmeas, quando comparadas às estimativas de correlação fenotípica entre o *FRAME_BIF* e as mesmas variáveis independentes, conforme apresentado nas Figuras 14 e 15. Resultados semelhantes foram descritos por Horimoto et al. (2004) na raça Nelore.

As estimativas de correlação genética foram também superiores entre o *FRAME_GMA* e as variáveis independentes PES18 e ALT18, para machos e fêmeas, em relação às estimativas de correlação genética entre o *FRAME_BIF* e as mesmas variáveis independentes, como mostram as Figuras 14 e 15.

Esses resultados sinalizam que a modelagem utilizada para estimação do *FRAME_GMA* apresenta maior adequação à população em estudo em comparação às equações recomendadas por BIF (2002).

O conhecimento das relações entre os escores de *frame* e o índice CEIP é extremamente relevante, visto o impacto econômico e de marketing gerado pela atribuição do CEIP a um animal. Embora os coeficientes de correlação fenotípica e genética encontrados entre os escores de *frame* e o índice CEIP tenham sido superiores para o *FRAME_GMA* em relação ao *FRAME_BIF*, a baixa magnitude dessas estimativas não implica em respostas significativas na atribuição do CEIP para animais selecionados por escores de *frame*. De acordo com a Tabela 16, os coeficientes de correlação fenotípica foram positivos e superiores entre o *FRAME_GMA* e as variáveis que compõem o índice CEIP (PESDES, GP_345, MUSC18 e PE18), quando comparados àqueles estimados entre o *FRAME_BIF* e as mesmas variáveis. Para as variáveis MUSC18 e PE18, as estimativas de correlações genéticas com o *FRAME_GMA* encontram-se próximas a zero, enquanto que as estimativas obtidas com o *FRAME_BIF* foram negativas, mas de baixa magnitude para MUSC18 e negativas e próximas a zero para PE18.

5.5 Tabelas de escores de FRAME_GMA

A constituição de tabelas que apresentem a altura de garupa estimada em função da idade do animal e do escore de *frame*, a exemplo das tabelas apresentadas por BIF (2002), é de grande utilidade para que a avaliação de escores de *frame* seja incorporada às características controladas pelos programas de melhoramento genético de forma prática e eficiente, sem alterar a rotina de manejo dos rebanhos.

Conforme apresentado nas Tabelas 17 e 18, observou-se pouca variabilidade nas estimativas de altura de garupa dentro das classes de *frame* para idades crescentes. Esse comportamento está de acordo com as tabelas geradas por BIF (2002), quando se considera um intervalo estreito de idade dos animais. Entretanto, as estimativas de altura de garupa dentro das classes de *frame* em função da idade.

Ao contrário dos escores de *FRAME_BIF* que sofrem o efeito de ID_ALT18 e de ALT18, os escores de *FRAME_GMA* foram estimados a partir de um conjunto de dados com intervalo fixo de idade, sendo influenciados pelo PES18 e pela interação entre PES18 e ALT18. Esses modelos adequam-se perfeitamente ao sistema de produção brasileiro de gado de corte, que considera o controle dos animais em períodos pré-determinados, como a desmama, ao ano e ao sobreano. Isso ressalta a necessidade de um estudo semelhante para estimação em outras faixas idade.

6 CONCLUSÃO

O conhecimento dos efeitos do *frame* sobre o desempenho produtivo do animal e sua adaptabilidade ao ambiente valida sobremaneira a inclusão de avaliações para escores de *frame* em programas de melhoramento genético, de forma a fornecer aos criadores de bovinos de corte uma ferramenta a mais para o processo de tomada de decisão no gerenciamento dos rebanhos.

Embora o conceito de *frame* já esteja difundido no meio técnico, há ainda uma carência muito grande de estudos acerca do tema, seja para identificação de metodologias apropriadas de estimação dos escores, seja para avaliação de respostas correlacionadas à produtividade.

A aplicação das equações recomendadas pela Federação Americana de Melhoramento de Bovinos de Corte (*Beef Improvement Federation*) para estimação de escores de *frame* mostrou-se inadequada, frente ao desenvolvimento de modelos matemáticos específicos para aplicação em rebanhos zebuínos. O melhor ajuste foi determinado por modelos que incluíram a altura de garupa, o peso e o efeito da interação entre altura e peso.

As estimativas de herdabilidade e os coeficientes de correlação fenotípica e genética entre os escores de *frame* e as variáveis independentes consideradas nos modelos de estimação foram sempre superiores para o *FRAME_GMA* em comparação ao *FRAME_BIF*, comprovando a maior adequação do modelo desenvolvido nesse estudo.

Embora os coeficientes de correlação genética e fenotípica entre os escores de *frame* e o índice CEIP tenham sido superiores para o *FRAME_GMA*, a baixa magnitude das estimativas não deve determinar respostas significativas na atribuição do Certificado Especial de Identificação e Produção para animais selecionados para escores de *frame*.

A elaboração de tabelas específicas para cada sexo contendo estimativas de

altura de garupa em função da idade do animal e do *frame*, a exemplo das tabelas divulgadas pela Federação Americana de Melhoramento de Bovinos de Corte, vem facilitar a implantação de um sistema de avaliação de escores de *frame* dentro dos programas de melhoramento genético sem promover alterações às práticas de manejo dos rebanhos.

O desenvolvimento do modelo para estimação de escores de *frame* e a estimação de parâmetros genéticos dizem respeito a uma amostra da população de animais da raça Nelore, portanto outros estudos devem ser conduzidos para avaliar a aplicabilidade do modelo proposto nesse trabalho a outras amostras populacionais e em outras faixas etárias, bem como a magnitude das estimativas de parâmetros genéticos para escores de *frame*.

REFERÊNCIAS

AGRO-PECUÁRIA CFM. **Sumário de Touros Nelore CFM / Agro-Pecuária CFM**. São José do Rio Preto: Agropecuária CFM, 2004.

ARANGO, J.A.; CUNDIFF, L.V.; VAN VLECK, L.D. Genetic parameters for weight, weight adjusted for body condition score, height, and body condition score in beef cows. **J. Anim. Sci.**, v.80, p.3112-3122, 2002.

ARANGO, J.; PLASSE, D. Cow weight in a closed Brahman herd. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7., 2002, Montpellier, France. **Anais...** Montpellier, France, 2002. 1 CD-ROM.

ARANGO, J.A.; VAN VLECK, L.D. Size of beef cows: early ideas, new developments. **Genetics and Molecular Research**, v.1, n.1, p.51-63, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE ZEBU. **Programa de melhoramento genético de zebuínos**. [200?]. Disponível em: <http://www.abcz.org.br>. Acesso em 20 mar. 2005.

BEEF IMPROVEMENT FEDERATION. **Uniform guidelines for beef improvement programs**. Hohenboken, W.D. (Ed.). Athens, G.A., 2002.

BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D.; KACHMAN, S.D. **A manual for use of MTDFREML: a set of programs to obtain estimates of variances and covariances**. USDA-ARS, 1995.

BULLOCK, K..D.; BERTRAND, J.K., BENYSHEK, L.L. Genetic and environmental parameters for mature weight and other growth measures in Polled Hereford cattle. **J. Anim. Sci.**, v.71, p.1737-1741, 1993.

BUTTRAM, S. T.; WILHAM, R. L. Size and management effects on reproduction in first-, second- and third-parity beef cows. **J. Anim. Sci.**, v.67, p.2191-2196, 1989.

CARDOSO, F.F.; CARDELINNO, R.A.; CAMPOS, L.T. Parâmetros genéticos para escores de avaliação visual à desmama em bovinos da raça Santa Gertrudis. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. 1. CD-ROM.

CARTWRIGHT, T.C. Size as a component of beef production efficiency: cow-calf production. **J. Anim. Sci.**, v.48, n.4, p.974-980, 1979.

DHUYVETTER, J. **Beef cattle frame scores**. North Dakota State University, 1995. Disponível em: <<http://www.ext.nodak.edu/extpubs/ansci/beef/as1091w.htm>>. Acesso em: 04 nov. 2004.

DICKERSON, G. Efficiency of animal production – molding the biological components. **J. Anim. Sci.**, v.30, p.849-859, 1970.

DICKERSON, G. Animal size and efficiency: basic concepts. **Anim. Prod.**, v.27, p.367-379, 1978.

EUCLIDES FILHO, K. Possíveis cenários futuros para a pecuária de bovinos de corte. In: **A pecuária de corte no Brasil: novos horizontes, novos desafios**. [200?]. Disponível em:<<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc69/cenarios.html>>. Acesso em: 03 mar. 2005.

FALCONER, D.S. **Intoduction to quantitative genetics**. 2.ed. London; New York: Longman, 1981.

FERREL, C.L.; JENKINS, T.G. Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. **J. Anim. Sci.**, v.61, n.3, p.725-741, 1985.

FITZHUGH, H.A. Animal size and efficiency, with special reference to the breeding female. **Anim. Prod.**, v.27, p.393-401, 1978.

FITZHUGH, H.A.; TAYLOR, C.S. Genetic analysis of degree of maturity. **J. Anim. Sci.**, v.33, n.4, 1971.

GRONA, A.D. et al. An evaluation of the USDA standards for feeder cattle *frame* size and muscle thickness. **J. Anim. Sci.**, v.80, p.560-567, 2002.

HAMMACK, S.P.; GILL, R.J. **Frame score and weight of cattle**. Texas: [200?].

Disponível em:

<http://animalscience.tamu.edu/ansc/publications/beefpubs/E192_framescore.pdf>.

Acesso em: 11 fev. 2005.

HORIMOTO, A.R.V.R. et al. Proposta de modelo para estimação de escores de *frame* em um rebanho da raça Nelore. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. **Anais eletrônicos...**

Pirassununga: SBMA, 2004. Disponível em:

<<http://www.sbmaonline.org.br/anais/v/trabalhos/bovinocorte/bc045.pdf>>. Acesso

em: 15 fev. 2005.

JEFFERY, H.B.; BERG, R.T. An evaluation of several measurements of beef cow size as related to progeny performance. *Can. J. Anim. Sci.*, v.52, p.23-37, 1972.

KOOTS, K.R. et al. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability. **Anim. Breed. Abstr.**, v.62, n.5, p.309-338, 1994.

LIMA, F.P. et al. Parâmetros genéticos em características morfológicas de bovinos Nelore. **B. Indústr. Anim.**, v.46, n.2, p.249-257, 1989.

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

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1.ed. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000.

MARSON, E.P.; FERRAZ, J.B.S. **Fatores genéticos relacionados à idade à puberdade em novilhas de corte**. 2001. Disponível em:

<<http://www.beefpoint.com.br/secoes/radar/printpage.asp>>. Acesso em: 03 jul. 2001.

MACNEIL, M.D. Choice of a prediction equation and the use of the selected equation in subsequent experimentation. **J. Anim. Sci.**, v.57, n.5, p.1328-1336, 1983.

MCKIERNAN, B. **Frame scoring of beef cattle**. 2005. Disponível em: <<http://www.agric.nsw.gov.au/reader/beefappraisal/a234.htm>>. Acesso em: 04 nov. 2004.

MCMORRIS, M.R.; WILTON, J.W. Breeding system, cow weight and milk yield effects on various biological variables in beef production. **J. Anim. Sci.**, v.63, p.1361-1372, 1986.

MERCADANTE, M.E.Z. et al. Direct and correlated responses to selection for yearling weight on reproductive performance of Nelore cows. **J. Anim. Sci.**, v.81, p.376-384, 2003.

MERCADANTE, M.E.Z. et al. Caracterização do tamanho de animais Nelore com base na tabela da Federação Americana de Melhoramento de Gado de Corte (BIF). In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. **Anais eletrônicos...** Pirassununga: SBMA, 2004. Disponível em: <<http://www.sbmaonline.org.br/anais/v/trabalhos/bovinocorte/bc007.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agronegócio brasileiro: uma oportunidade de investimentos**. [200?]. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 03 mar. 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Portaria Ministerial nº 267, de 04 de maio de 1995**. Intitui o Certificado Especial de Identificação e Produção. Diário Oficial da União, Poder Legislativo, Brasília, DF, 05 de mai. 1995. Seção 1, p. 6409. Disponível em: <http://oc4j.agricultura.gov.br/agrolegis/do/consultaLei?op=viewTextual&codigo=7016>. Acesso em: 13 abr. 2005.

MOHIUDDIN, G. Estimates of genetic and phenotypic parameters of some performance traits in beef cattle. **Anim. Breed. Abstr.**, v.61, n.8, p.495-522, 1993.

NEPHAWE, K.A. et al. Genetic relationships between sex-specific traits in beef cattle: mature weight, weight adjusted for body condition score, height and body condition score of cows, and carcass traits of their steer relatives. **J. Anim. Sci.**, v.82, p.647-653, 2004

OLSON, T.A. et al. **A relação entre *frame size* e características de fertilidade em gado Brahman.** [199?]. Disponível em: <<http://www.abcz.org.br>>. Acesso em: 12 jan. 2005.

ROSA, A.N. **Variabilidade fenotípica e genética do peso adulto e da produtividade acumulada de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil.** 1999. 120 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1999.

ROSA, A.N. et al. Variabilidade genética do peso adulto de matrizes em um rebanho Nelore do estado de São Paulo. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. 1. CD-ROM.

ROSO, V.M.; FRIES, L.A. Componentes principais em bovinos da raça Polled Hereford à desmama e sobreano. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.24, n.5, p.728-735, 1995.

RUMPH, J.M. et al. Genetic parameters for weights of Hereford cows. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7., 2002a, Montpellier, France. **Anais...** Montpellier, France, 2002a. 1 CD-ROM.

RUMPH, J.M. Comparison of models for estimation of genetic parameters for mature weight of Hereford cattle. **J. Anim. Sci.**, v.80, p.583-590, 2002b.

SAS. USER'S GUIDE: basic and statistic. Cary: SAS, 1995.

SCARPATI, M.T.V. et al. Estudo de medidas corporais e peso vivo em animais jovens da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. 1. CD-ROM.

SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO RURAL. **Portaria nº 22, de 2 de agosto de 1995** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <jbferraz@usp.br> em 28 mar. 2005. E-mail enviado por Felipe José de Carvalho Corrêa, fiscal federal agropecuário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

SILVA, A. M.; ALENCAR, M. M.; FREITAS, A. R.; BARBOSA, R. T.; BARBOSA, P. F.; OLIVEIRA, M. C. S.; CORRÊA, L. A.; NOVAES, A. P.; TULLIO, R. R. Herdabilidades e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas na raça Canchim. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, n. 6, p. 2223-2230, 2000.

VARGAS, C.A. et al. Estimation of genetic parameters of scrotal circumference, age at puberty in heifers, and hip height in Brahman cattle. **J. Anim. Sci.**, v.76, p.2536-2541, 1998.

VARGAS, C.A. et al. Genetic parameters and relationships between hip height and weight in Brahman cattle. **J. Anim. Sci.**, v.78, p.3045-3052, 2000.

VARGAS, C.A. et al. Influence of *frame* size and body condition score on performance of Brahman cattle. **J. Anim. Sci.**, v.77, p.3140-3149, 1999.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **United states standards for grades of feeder cattle**. United States of America, 2000. Disponível em: <<http://www.ams.usda.gov/lsg/stand/st-pubs.htm>>. Acesso em: 01 mar. 2005.

WILSON, D.E. Yearling heifer *frame* score and mature cow size in the Angus breed. [200?]. Disponível em: <www.iowabeefcenter.org/pages/ansci/beefreports/asl-1337.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2004.