UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

FERNANDO RICARDO MANICARDI

**Estimativas de parâmetros genéticos e estudo
comparativo de índices de seleção fenotípico e
genético em provas de ganho de peso na raça Nelore**

FERNANDO RICARDO MANICARDI

**Estimativas de parâmetros genéticos e estudo
comparativo de índices de seleção fenotípico e
genético em provas de ganho de peso na raça Nelore.**

“Versão corrigida”

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 Stermann Ferraz

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação

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

M278e

Manicardi, Fernando Ricardo

Estimativas de parâmetros genéticos e estudo comparativo de índices de seleção fenotípico e genético em provas de ganho de peso na raça Nelore. / Fernando Ricardo Manicardi. – Pirassununga, 2011.

68 f.

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

1. Bovinos de corte 2. Crescimento 3. Coeficientes de herdabilidade 4. Correlação de ranking 5. Erro de seleção 6. Perímetro escrotal. I. Título.

Dedico este trabalho a:

Deus pela minha vida, saúde e
por iluminar meus caminhos.

Minha esposa amada Rose e meu
querido filho Rafael por me
acompanharem na realização dos
meus sonhos, pela compreensão
na minha ausência e por todo
amor e carinho que me prestam.

Meus pais Hamilton e Wanda pelo
carinho, ensinamentos de vida e
oportunidades que recebi em
realizar meus estudos.

Minhas irmãs Luciane e Ana
Carolina pela força.

Meus amigos e parentes que de
alguma forma me apoiaram nesta
etapa de minha vida.

Agradecimentos

Ao Prof. José Bento pela confiança, orientação, paciência e amizade prestada;

A fazenda Santa Helena - Nelore DP, pela disponibilização dos dados para este estudo;

Ao pesquisador Cláudio Magnabosco pelo incentivo em fazer pós-graduação e abrir algumas portas na minha vida profissional;

Ao Prof. Dante Pazzanese Lanna pela oportunidade, sugestões e orientações;

À ANCP (Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores), em nome do Prof. Raysildo Lobo, pelo apoio e disponibilização de dados para o estudo;

Aos companheiros do GMAB pela amizade e ensinamentos que foram de suma importância para a conclusão deste estudo, em especial: Elisângela, Fernanda e Sancho.

Aos amigos que conquistei nesta rápida passagem por Pirassununga, em especial: Prof. Flávio e Flávia Meirelles, Prof. Saulo, Rodrigo Gomes, Marina Bonin, Priscila Oliveira, Miguel, Victor, Adalfredo, Cucco, Gérson...

Aos professores da FZEA pelos ensinamentos e aos funcionários que de alguma forma ajudaram nos meus estudos.

Resumo

MANICARDI, F. R. **Estimativas de parâmetros genéticos e estudo comparativo de índices de seleção fenotípico e genético em provas de ganho de peso na raça Nelore**. 2011, 68f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

O presente estudo teve como objetivos estimar os parâmetros genéticos para características de crescimento e perímetro escrotal, bem como avaliar as alterações no *ranking* dos animais participantes de provas de ganho de peso (PGP) quando diferentes índices de seleção são usados e identificar eventuais erros de seleção. Os índices fenotípicos utilizaram os valores fenotípicos das características e os índices genéticos utilizaram os valores genéticos aditivos para a classificação dos animais. Como dados de crescimento foi analisado o peso aos 120 dias (p120), ao desmame (pdes), aos 12 meses (p12) e aos 18 meses (p18) de 3149, 3958, 2484 e 1872 animais, respectivamente, bem como o ganho de peso do desmame aos 12 meses (gpdes-12) e dos 12 aos 18 meses (gp12-18) com 1455 e 1465 animais, respectivamente. Foi analisado o perímetro escrotal ao desmame (pedes), 12 meses (pe12), 15 meses (pe15) e 18 meses (pe18) de 1535, 1166, 1212 e 852 animais, respectivamente. Os componentes de (co)variância, os parâmetros genéticos e as soluções para os efeitos fixos e aleatórios foram estimados pelo método REML, com o programa VCE6 sob modelo animal e utilizando um arquivo de pedigree com 15.522 animais. Para a comparação de *ranking* foram utilizados dados de 793 machos nascidos em 2008 e 2009 participantes das PGP. Dois critérios foram usados para a comparação de *ranking* dos animais, a correlação de *ranking* de Spearman e os erros de seleção. Para avaliar os erros de seleção duas estratégias foram adotadas: animais que apresentaram índices iguais ou acima da média mais um desvio padrão foram selecionados e os animais que apresentaram índices acima da média, reduzindo com isso a pressão de seleção. As estimativas dos coeficientes de herdabilidade direta foram 0,26, 0,25, 0,13 e 0,15 e materna de 0,20, 0,16, 0,09 e 0,15 para p120, pdes, p12 e p18, respectivamente. As estimativas de herdabilidade direta para gpdes-12 e gp12-18 foram de 0,13 e 0,20, respectivamente. Para as características pedes, pe12, pe15 e pe18 as estimativas de herdabilidade direta foram de 0,56, 0,59, 0,54 e 0,50, e materna de 0,29, 0,29, 0,26 e 0,05, nesta ordem. Em sua maioria, as estimativas estão de acordo com as descritas na literatura. As correlações genéticas entre p120, pdes e p12 com o p18, ficaram abaixo da relatada na literatura. As correlações de *ranking* apresentaram-se relativamente altas entre os índices fenotípicos e genéticos. Erros de seleção de 19,3 a 73,2% foram observados com a classificação dos animais sendo igual ou maior que um desvio padrão acima da média. Quando a seleção foi obtida nos animais com índice igual ou maior que a média, os erros de seleção permaneceram entre 9,0 e 22,1%. Os resultados deste estudo indicam que a

seleção de touros jovens pelos índices fenotípicos pode acarretar em erros na escolha de reprodutores, principalmente quanto maior a pressão de seleção.

Palavras-chave: bovinos de corte, crescimento, coeficientes de herdabilidade, correlação de *ranking*, erro de seleção, perímetro escrotal.

Abstract

MANICARDI, F. R. **Estimation of genetic parameters and comparison study of phenotypic and genetic selection indexes of performance tests of Nellore beef cattle.** 2011, 68f. M. SC. Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

The objectives of this study were estimate genetic parameters of growth traits and scrotal circumference, as well evaluate changes on ranking of animals submitted to performance tests (PGP) and selection error when two selection indexes were used. The phenotypic index used the phenotypic values, deviated from the mean of the group, to rank the animals and the genetic index used the combined additive genetic values for animals' ranking. Growth traits comprehended weights at 120 days (p120), at weaning (pdes), at 12 months (p12) and at 18 months (p18) of 3149, 3958, 2484 e 1872 animals, respectively, along with weight gain from weaning to 12 months (gpdes-12) and from 12 to 18 months (gp12-18) measured in 1455 e 1465 animals, in that order. It was analyzed the scrotal circumference at weaning (pedes), at 12 months (pe12), at 15 months (pe15) and at 18 months of 1535, 1166, 1212 e 852 animals, respectively. (Co)variance components, genetic parameters and fixed and random effects solutions were estimated by REML method by VCE program under an animal model methodology and using a pedigree data file composed by 15.522 animals. For animals' ranking comparison performance test data of 793 animals born in 2008 and 2009 were used. Two criteria were assumed to rank comparison: Spearman ranking correlation and selection error. The evaluation of selection error was realized based on two strategies: animals that presented index equal or greater than the mean plus one standard deviation were selected and animals with index greater than the mean were selected; in this case the selection pressure was reduced. Direct heritability coefficients were estimates as 0.26, 0.25, 0.13 e 0.15, and maternal heritability coefficients estimates were 0.20, 0.16, 0.09 e 0.15 for p120, pdes, p12 and p18, respectively. For gpdes-12 and gp12-18, the estimates of heritability were 0.13 e 0.20, in that order. For scrotal circumference at weaning, 12 months, 15 months and 18 months, the estimates of direct heritability were 0.56, 0.59, 0.54 e 0.50 and for maternal heritability were 0.29, 0.29, 0.26 e 0.05, respectively. In general, those estimations were in agreement with estimation on literature. The genetic correlations between p120, pdes and p12 with p18 were slightly lower than described on other studies. Spearman ranking correlation between phenotypic and genetic index were high. Selection errors between 19.3 and 73.2% were observed when selected animals presented indexes equal or greater than the mean plus one standard deviation. When selecting animals with index greater than the mean, the selection errors observed were between 9.0 and 22.1%. The results indicate that young replacement animals'

selection based on phenotypic index can lead to selection errors, especially when the selection pressure is reduced.

Key-words: beef cattle, growth, heritability, ranking correlation, scrotal circumference, selection error.

Lista de figuras

- Figura 1.** Dispersões do Índice 1 safra 2008 confinamento nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados com índice genético e fenotípico igual ou acima de um desvio-padrão da média51
- Figura 2.** Dispersões do Índice 1 safra 2008 pasto nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados com índice genético e fenotípico igual ou acima de um desvio-padrão da média.....52
- Figura 3.** Dispersões do Índice 1 safra 2009 confinamento nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados com índice genético e fenotípico igual ou acima de um desvio-padrão da média52
- Figura 4.** Dispersões do Índice 1 safra 2009 pasto nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados com índice genético e fenotípico igual ou acima de um desvio-padrão da média.....53
- Figura 5.** Dispersões do Índice 2 safra 2008 pasto nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados com índice genético e fenotípico igual ou acima de um desvio-padrão da média.....53
- Figura 6.** Dispersões do Índice 2 safra 2009 confinamento nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados com índice genético e fenotípico igual ou acima de um desvio-padrão da média.....54
- Figura 7.** Dispersões do Índice 2 safra 2009 pasto nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados com índice genético e fenotípico igual ou acima de um desvio-padrão da média.....54
- Figura 8.** Dispersões do Índice 1 safra 2008 confinamento nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados acima da média pelo índice genético e fenotípico.....56
- Figura 9.** Dispersões do Índice 1 safra 2008 pasto nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados acima da média pelo índice genético e fenotípico.....56

- Figura 10.** Dispersões do Índice 1 safra 2009 confinamento nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados acima da média pelo índice genético e fenotípico.....57
- Figura 11.** Dispersões do Índice 1 safra 2009 pasto nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados acima da média pelo índice genético e fenotípico.....57
- Figura 12.** Dispersões do Índice 2 safra 2008 pasto nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados acima da média pelo índice genético e fenotípico.....58
- Figura 13.** Dispersões do Índice 2 safra 2009 confinamento nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados acima da média pelo índice genético e fenotípico.....58
- Figura 14.** Dispersões do Índice 2 safra 2009 pasto nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados acima da média pelo índice genético e fenotípico.....59

Lista de tabelas

- Tabela 1.** Intervalo de idade, duração, e idade para peso calculado das provas de ganho de peso coordenados pela Associação Brasileira de Criadores de Zebu.....20
- Tabela 2.** Padronização dos pesos e medidas de perímetro escrotal com seus intervalos em dia.....32
- Tabela 3.** Estatísticas descritivas para as características de peso nas diferentes idades estudadas33
- Tabela 4.** Estatísticas descritivas para as características de ganho de peso nos dois períodos estudados.....33
- Tabela 5.** Estatísticas descritivas para as características de perímetro escrotal nas diferentes idades estudadas.....34
- Tabela 6.** Índices fenotípicos, ano de nascimento, regime alimentar e número de animais participantes nas provas de ganho de peso.....38
- Tabela 7.** Componentes de variância de ambiente permanente (diagonal), covariâncias (acima da diagonal) e os respectivos erros padrão para as características de peso nas diferentes idades estudadas.....41
- Tabela 8.** Componentes de variância residual (diagonal), covariâncias (acima da diagonal) e os respectivos erros padrão para características de peso nas diferentes idades estudadas.....41
- Tabela 9.** Componentes de variância genética aditiva direta e materna (diagonal); covariâncias (acima da diagonal) e os respectivos erros padrão para as características de peso nas diferentes idades estudadas.....42
- Tabela 10.** Estimativas de coeficientes de herdabilidade para efeito aditivo direto e materno (diagonal); correlações genéticas (acima da diagonal) e os respectivos erros padrão para características de peso nas diferentes idades estudadas43
- Tabela 11.** Coeficientes de herdabilidade total para as características de peso nas diferentes idades estudadas45

Tabela 12.	Estimativas de (co)variância aditiva direta e materna, residual e de ambiente permanente e os respectivos erros padrão para as características de ganho de peso nas diferentes idades.....	46
Tabela 13.	Estimativas de coeficiente de herdabilidade direta e materna e correlações entre efeito aditivo e materno e respectivos erros-padrão para as características de ganho de peso nas diferentes idades estudadas.....	47
Tabela 14.	Estimativas de (co)variância aditiva direta e materna, residual e de ambiente permanente e os respectivos desvios-padrão para perímetro escrotal nas diferentes idades.....	48
Tabela 15.	Estimativas de coeficientes de herdabilidade direta e materna, correlações entre os efeitos aditivos direto e materno, desvios-padrão e herdabilidade total para perímetro escrotal nas diferentes idades estudadas.....	48
Tabela 16.	Correlações de ranking entre os índices fenotípicos e genéticos para os diferentes modelos estudados, de acordo com o ano de nascimento e regime alimentar dos animais	50

Sumário

1. Introdução	14
2. Hipótese	15
3. Objetivos	16
4. Revisão de literatura	16
4.1. A pecuária de corte brasileira	16
4.2. A raça Nelore	17
4.3. Provas de ganho em peso (PGP)	18
4.4. Parâmetros genéticos	23
4.4.1. Características de crescimento	25
4.4.2. Perímetro escrotal (PE)	28
5. Material e métodos	30
5.1. Arquivo de pedigree	31
5.2. Arquivo de medidas	31
5.2.1. Características analisadas	32
5.3. Estimação dos parâmetros genéticos	34
5.3.1. Efeitos fixos	34
5.3.1.1. Grupos de contemporâneos	35
5.3.2. Efeitos aleatórios	35
5.3.3. Estimativas de herdabilidade	35
5.4. Arquivos dados das provas de ganho de peso	36
5.4.1. Índices fenotípicos	37
5.4.2. Índices genéticos	38
5.5. Correlações de <i>ranking</i>	40
5.6. Conflitos de seleção	40
6. Resultados e discussões	40
6.1. Parâmetros genéticos	40
6.2. Correlações de <i>ranking</i>	49
6.3. Conflitos de seleção	51
7. Conclusões	61
8. Referências bibliográficas	62

1 Introdução

O mercado da pecuária de corte brasileira faz parte de um dos mais importantes segmentos produtivos do país, sendo responsável por uma parcela importante do bom desempenho das exportações nacional. As melhorias nas áreas de genética, nutrição, sanidade e manejo, de um modo geral, têm contribuído para um aumento na eficiência produtiva das propriedades rurais. Com a globalização da economia, a eficiência tornou-se condição básica para a sobrevivência na atividade pecuária. Esta melhoria da eficiência será fundamental para a preservação das reservas legais e a manutenção do ecossistema.

Pesquisadores, empresas e técnicos do setor têm se esforçado na identificação de animais geneticamente superiores para um conjunto de características de interesse. Identificar os critérios de seleção determinantes da eficiência produtiva constitui, portanto, uma grande preocupação para maioria dos selecionadores.

Os programas de melhoramento genético têm gerado grandes contribuições para a pecuária de corte nacional, com o objetivo de incrementar a rentabilidade do sistema de exploração por meio da seleção dentro de raças ou a partir de cruzamentos entre raças. Os pecuaristas têm acompanhado uma grande evolução tecnológica na sua atividade, com o emprego de novas tecnologias no melhoramento genético animal, como a DEP (diferença esperada na progênie), precocidade sexual, ultra-sonografia de carcaça, marcadores moleculares, dentre outras.

O estudo de características de desenvolvimento ponderal é de grande importância devido as suas associações com a rentabilidade da atividade e representa um dos mais antigos parâmetros de seleção em bovinos de corte. Nesta atividade, as características de crescimento como peso ao desmame, peso ao sobreano e as medidas correlacionadas com precocidade sexual, como perímetro escrotal, são constantemente consideradas como critério de seleção nos programas de melhoramento genético.

Várias Provas de Ganho em Peso (PGP) são realizadas anualmente no Brasil, coordenadas pelas associações de raças, sendo uma das estratégias de seleção mais antigas e ainda muito utilizadas pelos selecionadores em diversas raças de corte. Somente em 2010 foram realizadas 142 provas de ganho de peso nas diferentes raças zebuínas de corte, com prevalência da raça Nelore, que alcançou 92 edições, sendo 21 em regime de confinamento e 71 em regime de pasto.

Novas metodologias devem ser estudadas e implantadas nas análises das PGP para que os resultados sejam os mais acurados possíveis quanto ao valor genético aditivo dos animais, ou seja, o que realmente será transmitido as suas progênies

2 Hipótese

As provas de ganho de peso, com base em resultados fenotípicos são tão eficientes para a seleção de reprodutores quanto as avaliações genéticas?

3 Objetivos

O estudo foi realizado em um rebanho específico de bovinos da raça Nelore, no qual são realizadas provas de ganho de peso a pasto e em confinamento, além de avaliações genéticas, tendo como objetivos:

- (i) Estimar os componentes de variância e covariância e os parâmetros genéticos para as características de crescimento e perímetro escrotal;
- (ii) Comparar o *ranking* dos animais participantes de provas de ganho de peso com base em índices fenotípicos e genéticos para as mesmas características e ponderações;
- (iii) Identificar possíveis conflitos na estimação dos valores genéticos de animais por meio dos índices fenotípicos e genéticos.

4 Revisão de literatura

4.1. A Pecuária de corte brasileira

Segundo dados do IBGE/PPM (2010), o Brasil apresentou um rebanho de aproximadamente 209 milhões de cabeças no ano de 2010, qualificando-o como o maior rebanho comercial do mundo e segundo produtor e maior exportador de carne bovina do mundo. A pecuária ocupa uma área de 171 milhões de hectares de pastagens (IBGE 2006), perfazendo uma lotação de 0,8 a 1,00 UA por hectare. São abatidos anualmente 43 milhões de cabeças, gerando uma taxa de desfrute ao redor de 23% (PECUARIA, 2010).

O Brasil produz 9,3 milhões de Toneladas Equivalente Carcaça (TEqC) e desta produção 80% são destinadas ao mercado interno, gerando um consumo per capita de 37,4Kg/habitante/ano. A bovinocultura de corte representa a maior fatia do agronegócio brasileiro, gerando faturamento de

R\$ 50 bilhões/ano e oferecendo cerca de 7,5 milhões de empregos (PECUARIA, 2010).

Dados extra-oficiais indicam que as raças zebuínas, dentre as quais predomina a Nelore, representam cerca de 80% do rebanho nacional.

Nas últimas décadas, os critérios de seleção mais utilizados em bovinos de corte, principalmente na raça Nelore, são os relacionados ao peso em determinadas idades e/ou ganhos de peso num período (PEDROSA, 2006). Luchiari Filho (2000) cita que a rentabilidade do pecuarista que faz engorda está relacionada ao rápido crescimento dos tecidos ósseos, muscular e adiposo. Cita ainda a eficiência reprodutiva, como a medida mais importante na atividade de cria, devendo ser considerada para alcançar taxas mais elevadas na rentabilidade do negócio.

Além dos dados de crescimento, as medidas de perímetro escrotal foram introduzidas em praticamente todos os programas de melhoramento genético em gado de corte no Brasil. Autores mostraram ser uma medida de fácil obtenção, de média a alta herdabilidade, além de estar correlacionada com características de crescimento e reprodução, principalmente a precocidade sexual (ELER *et al.*, 2004).

4.2. A raça Nelore

A trajetória que transformou o Ongole indiano no Nelore brasileiro iniciou na primeira metade do século XIX, quando foram registrados os primeiros desembarques de zebuínos originados da Índia no Brasil. Em 1868, quando um navio ancorou na cidade de Salvador, um casal de animais da raça teria sido comercializado e permanecera no país (SANTIAGO, 1983).

Manoel Ubelhart Lembgruber teve contado com a raça Ongole durante uma visita ao zoológico de Hamburgo, na Alemanha, promovendo a importação de um casal de animais em outubro de 1878. Posteriormente, outras partidas oriundas diretamente da Índia aportaram ao Rio de Janeiro, expandindo-se posteriormente aos estados de São Paulo e Minas Gerais.

Com a criação do Registro Genealógico em 1938, começaram a ser definidas as características raciais do Nelore (SANTIAGO, 1983).

As últimas e significativas importações de animais Nelore aconteceram entre os anos de 1960 e 1962, ocasião que vieram os grandes genearcas como Karvadi, Golias, Rastã, Godhavari, Padhu, Akasamu e Taj Mahal, dentre outros.

A raça Nelore alcançou grande destaque no rebanho nacional devido a sua grande capacidade adaptativa ao ambiente tropical, tendo como características mais importantes: a) resistência a ecto e endoparasitas; b) resistência ao calor; c) baixo peso dos bezerros ao nascer, apresentando grande facilidade no parto; d) bezerros nascem com grande vivacidade, realizando a primeira mamada nos primeiros minutos de vida, o que lhe confere ótima imunidade; e) as matrizes apresentam aparelho mamário com tetos pequenos e f) as vacas Nelore possuem excelente instinto materno.

Segundo dados da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ, 2011), desde o início do controle genealógico ocorrido em 1939 até o ano de 2010, foram registrados 8.011.081 milhões de produtos da raça Nelore (variedades padrão e mocha), perfazendo 80,99% dos registros efetuados nas raças zebuínas de corte e leite.

Estes dados atestam a importância da raça Nelore para o país, demonstrando que devem ser realizados trabalhos com a raça, que considerem as características de interesse econômico para a pecuária.

4.3. Provas de ganho de peso (PGP)

Os primeiros testes de desempenho comparativo entre animais de corte no Brasil foram realizados no início da década de 50. Tundisi *et al* (1962) citam que João Barisson Villares introduziu no recinto de exposição em Barretos no estado de São Paulo a primeira prova de ganho de peso no ano de 1951. Posteriormente foram estendidas para Sertãozinho, Araçatuba e Franca. Na Estação Experimental de Sertãozinho as provas iniciaram-se em

1955, sendo criado neste local um modelo que serviu de referência para as demais. As herdabilidades das características comumente avaliadas nas provas de ganho de peso, como ganho médio diário e peso a uma determinada idade, são de média a alta magnitude, determinando com que este modelo de identificação de animais superiores seja um importante critério de seleção.

As provas de ganho de peso possibilitam a identificação de futuros reprodutores em idades jovens, diminuindo o intervalo de gerações na população selecionada, principalmente pela redução na idade de utilização dos touros. Uma das vantagens de selecionar animais nas provas de ganho de peso em confinamento é a utilização dos animais em idades jovens, pelas altas taxas de crescimento e melhor desenvolvimento no período pós-desmame que este regime proporciona.

Kennedy e Henderson (1977) encontraram resultados positivos pela utilização de jovens reprodutores selecionados no Programa Federal de Registro de Performance do Canadá, com ganhos genéticos de 2,6 kg/ano no peso aos 12 meses. As provas de ganho de peso, segundo Trovo *et al* (1995), são importantes para avaliação de animais intra-rebanho, principalmente quando os animais não são conectados geneticamente com outros rebanhos. Esta conectividade dos animais entre os rebanhos é um dos requisitos para uma boa avaliação genética pelo método do modelo misto.

Razzok *et al* (1996), apresentou resultados de 14 anos de seleção e utilização de animais que se destacaram em provas de ganho de peso comparando com rebanho controle sem seleção. Os resultados mostraram um acréscimo anual de 0,65 a 1,08% no peso aos 378 dias no rebanho seleção.

A eficiência das provas de ganho de peso em identificar animais geneticamente melhoradores é evidenciada pelos vários touros que foram identificados por este método quando jovens e atualmente são líderes nos sumários de touros das raças e destaques na comercialização de sêmen nas Centrais de Inseminação Artificial.

De acordo com a ABCZ (2010), órgão que oficializa as Provas em Ganho em Peso (PGP) das raças zebuínas, estas têm como finalidade:

- testar e disponibilizar ao mercado, tourinhos com alto desempenho produtivo e com biótipo adequado a produção de carne;
- identificar entre os participantes, aqueles de melhor desempenho no ganho em peso e no peso final a uma determinada idade;
- identificar os reprodutores que transmitem às suas progênies, maiores ganhos em peso e maiores pesos finais à idade considerada;
- servir de instrumento de seleção para os rebanhos.

Os animais são avaliados após o desmame, e devem apresentar uma variação de no máximo 90 dias de idade, permanecendo num mesmo manejo e regime alimentar durante a prova. As provas podem ser realizadas em ambiente confinado ou em pastagem diferindo, neste caso, as idades, o período de adaptação e o período efetivo da prova, como apresentado na tabela 1.

Tabela 1. Intervalo de idade, duração e idade para peso calculado das provas de ganho de peso coordenados pela Associação Brasileira de Criadores de Zebu.

Regime	Idade entrada (dias)	Adaptação (dias)	Prova efetiva (dias)	Idade peso calculado (dias)
Pasto	180 a 303	70	224	550
Confinamento	180 a 303	56	112	426

Fonte: <http://www.pmgz.org.br/?pgpManual>

As pesagens seguem o seguinte calendário:

- Peso de Entrada: no dia do início do período de adaptação;
- Peso Pós-adaptação: após o término da adaptação e no dia de início da prova efetiva;
- Pesagem Final: efetuada no último dia de prova efetiva;

- Pesagens intermediárias realizadas pelo criador a cada 28 dias em confinamento e a cada 56 dias quando em regime de pasto.

Ao término do período de prova, podem ser realizadas as seguintes medidas:

- Avaliação visual pelo método EPMURAS, onde são avaliados: E (estrutura corporal), P (precocidade), M (musculatura), U (umbigo), R (racial), A (aprumos) e S (aspectos sexuais);
- Medida do perímetro escrotal;
- Medida da AOL (área de olho de lombo) e EGS (espessura de gordura subcutânea), através da ultrassonografia.

Para cada animal são efetuados cálculos individuais e comparados à média do grupo em que pertence. As análises das características de crescimento, perímetro escrotal e avaliação visual são realizados conforme descrição abaixo.

Peso calculado a idade-padrão da prova:

$$PC\ Y = (PF - PN)/IF * Y + PN$$

Onde,

PC: Peso Calculado à idade-padrão;

Y: Idade-padrão, em dias;

PF: Peso final na prova, em kg;

PN: Peso ao nascer, em kg;

IF: Idade final, em dias.

Após o cálculo do peso à idade-padrão, estes são desviados da média obtendo-se um índice de peso, pela seguinte fórmula:

$$IPC\ Y = (PC\ Y/Média\ do\ PC) * 100$$

Onde,

IPC: Índice para o peso calculado;

Y: idade padrão, em dias;

PC: peso calculado a idade padrão.

Ganho médio diário:

$$\text{GMD} = \text{GP} / \text{Dias PGP}$$

Onde:

GMD: Ganho médio diário no período;

GP: Ganho em peso no período;

Dias PGP: Duração efetiva da prova.

Após o cálculo do GMD, estes são desviados da média obtendo-se um índice de GMD, pela seguinte fórmula:

$$\text{IGMD} = (\text{GMD} / \text{Média GMD}) * 100$$

Onde,

IGMD: índice para o ganho médio diário;

GMD: ganho médio diário no período.

Perímetro escrotal:

$$\text{PE Y} = (\text{PE} / \text{idade}) * Y$$

Onde:

Y: idade-padrão em dias;

PE: medida de perímetro escrotal.

O índice individual para PE é calculado da seguinte forma:

$$\text{IPE Y} = (\text{PE Y} / \text{média PE na prova}) * 100$$

Onde:

IPE Y: índice de PE na idade-padrão;

PE Y: medida de perímetro escrotal na idade-padrão.

Avaliação visual:

O método utilizado oficialmente nas provas de ganho de peso coordenadas pela ABCZ é o EPMURAS, onde são avaliadas características fenotípicas visualmente por técnico credenciado. As características analisadas são: E (estrutura corporal de 1 a 6 pontos), P (precocidade de 1 a 6 pontos), M (musculosidade de 1 a 6 pontos), U (tamanho de umbigo de 1 a 6 pontos), R (aspectos raciais de 1 a 4 pontos), A (aprumos de 1 a 4 pontos) e S (aspectos sexuais de 1 a 4 pontos).

Após a somatória das notas de cada animal, esta é desviada da média, obtendo-se desta forma o índice da avaliação visual (**IAV**).

Os animais são classificados por pelo índice final citado abaixo, de acordo com as informações coletadas:

$$\text{IPGP} = 40\% \text{ IGMD} + 40\% \text{ IPC} + 20\% \text{ IAV}$$

$$\text{IPGP} = 35\% \text{ IGMD} + 35\% \text{ IPC} + 20\% \text{ IAV} + 10\% \text{ IPE}$$

Em função do índice na PGP e do seu desvio-padrão, os animais serão classificados em:

ELITE: quando $\text{IPGP} > 100 + 1\text{desvio-padrão}$

SUPERIOR: quando o $\text{IPGP} \geq 100$ e $\leq 100 + 1\text{desvio-padrão}$

REGULAR: quando o $\text{IPGP} < 100$ e $\geq 100 - 1\text{desvio-padrão}$

INFERIOR: quando o $\text{IPGP} < 100 - 1\text{desvio-padrão}$

4.4. Parâmetros genéticos

O conhecimento de estimativas de parâmetros genéticos de características de importância econômica é o primeiro pré-requisito para a estruturação e estabelecimento de um programa de melhoramento animal.

O conhecimento dos parâmetros e correlações genéticas das características a serem estudadas numa população tem importância fundamental na determinação do método de seleção e na predição do ganho genético para a população de interesse. O método da máxima verossimilhança restrita (REML) é um dos principais métodos de estimação dos componentes de variância, sendo amplamente empregado no melhoramento animal (THOMPSON, 1979; MEYER, 1989a).

A correlação genética entre duas características expressa a correlação entre efeitos dos genes que as influenciam. A importância do estudo de

correlações está no fato de que a seleção para uma determinada característica pode causar resposta em outra geneticamente relacionada. Falconer e Mackay (1996) citam que o conhecimento da origem e da grandeza da correlação entre duas características é importante no melhoramento animal, pois se busca aprimorar o material genético de um conjunto de caracteres que agem simultaneamente.

Considerando apenas a ação aditiva dos genes temos a herdabilidade direta (h_a^2) e a herdabilidade materna (h_m^2). A herdabilidade total (h_t^2) inclui além dos efeitos aditivos, a interação entre eles. Esses parâmetros genéticos dependem da frequência gênica e da variabilidade ambiental (FALCONER e MACKAY, 1996), sendo que podem mudar conforme a média e desvio-padrão da população (KOOTS *et al.*, 1994). As estimativas de herdabilidade expressam quanto da variabilidade de uma característica é de origem genética.

Segundo Meyer (1992), quando os efeitos de ambiente permanente não são considerados, os coeficientes de herdabilidade direta podem ser inflacionados, mascarando assim as verdadeiras estimativas.

A variabilidade entre os indivíduos é medida pela variância de seus valores fenotípicos. Variância fenotípica é a soma entre a variância aditiva, variância dos efeitos de dominância, variância da epistasia e da variância devida aos efeitos do ambiente. O coeficiente de herdabilidade é a fração da variância fenotípica que é devida à ação aditiva dos genes.

O valor econômico de um animal como reprodutor não é determinado por uma característica isolada, mas sim pelo conjunto das características de interesse econômico (GARNERO *et al.*, 2002). Desta forma, devemos conhecer as correlações entre as características para realizar uma seleção de forma adequada.

4.4.1. Características de crescimento

Dentre todas as características que podem ser estudadas na seleção de gado de corte, as de desempenho ponderal são as mais conhecidas e estudadas devido a sua importância nos programas de melhoramento e a facilidade de mensuração. A cada dia, novas características são agregadas aos programas de melhoramento e devem ser estudadas para promover evolução nos índices de seleção.

Os pesos padronizados aos 120 dias e ao desmame (ao redor de 210 dias) são tradicionalmente utilizados para se conhecer o efeito materno. Nestas idades, são verificados: a ação do efeito direto dos genes do próprio animal e o efeito dos genes da mãe do animal (efeito materno). As matrizes são responsáveis por aproximadamente 60% do crescimento do produto até a fase de desmame, sendo possível aumentar o crescimento pré-desmame com a seleção de fêmeas com maior habilidade materna (CARDOSO, 2001).

O desempenho dos bovinos após o desmame tem maior influência direta dos genes para crescimento, com pouca, mas ainda existente influência dos efeitos maternos. Desta forma, o ganho de peso no pós-desmame é um dos melhores indicadores da capacidade de adaptação dos animais nas condições de clima e ambiente em que foram manejados.

O ganho de peso do desmame ao sobreano é uma das características avaliadas nas provas de ganho em peso realizadas pelas associações de raças de corte. Animais com maior potencial de crescimento são mais vantajosos e precisam de menos tempo para atingir a idade de abate (SARMENTO *et al.*, 2003).

Lôbo *et al.* (2000) em revisão sobre parâmetros genéticos de raças bovinas em regiões tropicais relataram herdabilidade média para peso ao desmame igual a 0,30, para peso ao ano de 0,23 e para peso ao sobreano de 0,31. Na raça Nelore, Eler *et al.* (1996) relataram coeficientes de herdabilidade direta e materna para peso ao desmame ajustado aos 205 dias de idade 0,29 e 0,08, respectivamente.

Siqueira *et al.* (2003) utilizando análises uni-característica em animais da raça Nelore, encontraram estimativas de herdabilidade direta de 0,29, 0,51 e 0,47 para peso aos 120, 450 e 550 dias, respectivamente. Ferraz Filho *et al.* (2002), encontraram na raça Tabapuã coeficientes de herdabilidade de 0,23, 0,21 e 0,15 para peso aos 205, 365 e 550 dias, respectivamente.

A fim de comparar alguns critérios de seleção para crescimento na raça Nelore, Garnero *et al.* (2001) estudaram os parâmetros genéticos para peso padronizado aos 120, 240 e 550 dias e dias para ganhar 160 kg do nascimento até o desmame (D160) e dias para ganhar 240 kg do desmame aos 550 dias de idade (D240). Neste estudo, a autora relatou estimativas de herdabilidade direta de 0,19, 0,19 e 0,34 e materna de 0,12, 0,06 e 0,02 para P120, P240 e P550, respectivamente. As estimativas de herdabilidade foram menores no critério dias para ganhar determinado peso, com 0,09 e 0,16 para direta D160 e D240 e 0,12 para materna D160.

Fridrich, *et al.* (2008) analisando peso aos 205 dias em animais Nelore na região Sudeste, encontraram 0,16 e 0,17 para herdabilidade direta e materna, respectivamente. Neste mesmo trabalho, encontraram estimativas de herdabilidade direta e materna de 0,13 e 0,09 para peso aos 365 dias, em análises uni-característica.

Em estudo realizado na Estação Experimental de Sertãozinho por Cyrillo *et al.* em 2001, as estimativas de herdabilidade foram de 0,42 tanto para peso aos 378 quanto para 550 dias. Yokoo *et al.* (2007), trabalhando com a raça Nelore, obtiveram estimativas de herdabilidade para efeito direto de 0,25, 0,34, 0,45 e 0,48 e efeito materno de 0,11, 0,10, 0,09 e 0,08 para os pesos padronizados P120, P210, P365 e P450, respectivamente.

Cucco (2008) analisando animais da raça Pardo Suíço Corte (Braunvieh), relata estimativas de herdabilidade direta de 0,41, 0,29 e 0,16 para peso aos 205, 365 e 550, respectivamente. O mesmo autor relatou em sua tese de doutorado (CUCCO, 2010), estimativas de herdabilidade direta de 0,18 e 0,32 para peso ao desmame e sobreano, nesta ordem. As estimativas de herdabilidade materna para as mesmas características foram

0,09 e 0,01. Neste mesmo trabalho, o autor estudou a herdabilidade total encontrando valores de 0,27 e 0,34 ao desmame e sobreano, respectivamente.

Siqueira *et al.* (2003), encontraram alta correlação genética entre peso aos 120 dias e peso aos 18 meses de 0,93. Encontraram também alta correlação (0,96) com peso aos 15 e 18 meses de idade, sugerindo que a avaliação genética pode ser feita aos 15 em substituição aos 18 meses. Cyrillo *et al.* (2001) encontraram dados semelhantes de correlação genética entre peso aos 378 e 550 dias de 0,93.

Paneto *et al.* (2002), avaliando dados de ganho de peso na raça Nelore em diferentes idades, encontraram estimativas de herdabilidade direta de 0,32, 0,16, 0,21 e 0,23 para ganho de peso entre as idades de 120-240, 240-365, 365-455 e 455-550 dias, respectivamente. Neste mesmo estudo, a herdabilidade do efeito materno para ganho de peso de 120-240 dias, foi de 0,13, mostrando a importância do efeito genético materno nesta fase.

Em oito estudos revisados, Garnerio (1999) encontrou o valor médio de 0,28 para herdabilidade direta para ganho de peso do desmame ao ano de idade e 0,21 para ganhos acima de 365 dias. Marcondes (1999) encontrou estimativas de herdabilidade direta de 0,18 para ganho de peso do desmame aos 365 dias. Cucco (2008) em sua dissertação de mestrado estudando a raça Pardo Suíço Corte, encontrou estimativas de herdabilidade direta de 0,12, 0,17 e 0,18 para ganho de peso entre 205-365, 205-450 e 205-550 dias, respectivamente. Neste mesmo trabalho, a estimativa de herdabilidade direta para ganho de peso entre 365 e 550 dias foi de 0,12.

Em sua revisão, Koots *et al.* (1994) relataram estimativas de herdabilidade de 0,29 para ganho de peso pós-desmame. Para esta mesma característica, Meyer *et al.* (1992) encontraram valores de herdabilidade variando de 0,26 a 0,37. Para herdabilidade materna, estes mesmos autores encontraram valores próximos a zero, enquanto para Koots *et al.* (1994) estas estimativas variaram entre 0,07 a 0,12.

Oliveira (2009), em sua dissertação de mestrado, analisando dados de prova de ganho de peso na raça Nelore encontrou estimativas de herdabilidade direta de 0,19 e 0,30 para ganho de peso entre 205-550 dias e ganho de peso durante a prova (224 dias), respectivamente.

Figueiredo (2001), analisando dois rebanhos da raça Nelore, encontrou estimativas de herdabilidade direta para ganho de peso entre 205 e 550 dias, variando de 0,30 a 0,21. Lira *et al.* (2008) relataram numa revisão de 67 trabalhos publicados entre 1995 e 2005 médias de herdabilidade direta de 0,27, 0,28, 0,31 e 0,35 para peso aos 120 dias, desmame, ano e sobreano, respectivamente. Já para o efeito materno, as médias foram 0,08, 0,12, 0,10 e 0,05 para as mesmas características. As estimativas de herdabilidade total encontradas por estes mesmos autores variaram entre 0,14 e 0,28, 0,12 e 0,48, 0,11 e 0,45, 0,12 e 0,32 para as características de peso aos 120 dias, desmame, ano e sobreano.

4.4.2. Perímetro escrotal (PE)

Nos programas de melhoramento, a medição do perímetro escrotal é realizada entre 12 e 18 meses. Mais freqüentemente aos 18 meses, por ocasião da última pesagem. É uma medida de fácil obtenção, sendo correlacionada com precocidade sexual em machos e fêmeas (BOURDON e BRINKS, 1986). A precocidade reprodutiva diminui o intervalo de gerações, aumenta a taxa de reposição e melhora a lucratividade bem como o valor econômico dos reprodutores (LANNA e PACKER, 1997).

Atualmente, a medida do perímetro escrotal é uma das características mais utilizadas como critério de seleção para melhorar a eficiência reprodutiva em gado de corte, pela fácil mensuração e por apresentar herdabilidade média a alta (SILVA *et al.*, 2000). Boligon *et al.* (2007) estudando a raça Nelore, encontraram correlação genética negativa e de baixa a média magnitude entre perímetro escrotal aos 12 e 18 meses com idade ao primeiro parto (-0,15 e -0,21) e a característica de dias para o parto

(-0,04 e -0,08). Os resultados encontrados por Pereira *et al.* (2002) foram semelhantes, com correlação de -0,19 entre perímetro escrotal aos 18 meses e idade ao primeiro parto aos 26 meses.

Eler *et al.* 2002 e Eler *et al.* 2004, recomendam a utilização do perímetro escrotal na seleção, sem no entanto deixar de aplicar a seleção direta nas fêmeas para identificar as mais precoces.

Dias *et al.* (2003), relataram coeficientes de herdabilidade para perímetro escrotal ao sobreano (550 dias) na raça Nelore de 0,42, 0,41 e 0,35 quando padronizados para idade e peso, apenas peso e apenas idade.

Yokoo *et al.* (2007), encontraram na raça Nelore coeficientes de herdabilidade direta de 0,48, 0,53 e 0,42 para perímetro escrotal aos 365, 450 e 550 dias, respectivamente. Neste trabalho, estes autores reportaram correlação genética alta para o perímetro escrotal entre as diferentes idades: 0,76 e 0,91 para PE365 e PE550 e PE450 e PE550, respectivamente.

A correlação genética entre PE e peso é positiva e moderada quando ajustada somente para idade. Quando é ajustada para o peso, a correlação é próxima de zero. Isto mostra que se o PE não for ajustado para o peso, pode resultar em resposta correlacionada positiva para a característica de peso. (BERGMMAN *et al.*, 1996; CYRILLO *et al.*, 2001).

O peso corporal é importante fator que influi nas medições do PE. Lôbo *et al.* (1994) e Bergmann *et al.* (1996) encontraram correlação genética entre PE e pesos na raça Nelore. Alguns pesquisadores estudaram o ajuste do PE para o peso e/ou para idade, uma vez que a finalidade da seleção para PE é melhorar geneticamente a precocidade sexual (PEÑA *et al.*, 1998). Este ajuste pode diminuir a variância genética aditiva da característica.

Cucco (2010) reportou em sua tese de doutorado, estimativas de herdabilidade materna de 0,16 para PE ao sobreano. Lira *et al.* (2008) relataram numa revisão de vários trabalhos, estimativas de herdabilidade aditiva direta de 0,50 e 0,35 para PE ao ano e sobreano, nesta ordem. Os mesmos autores encontraram média de herdabilidade materna para PE ao ano de 0,04.

5 Material e Métodos

O banco de dados utilizado neste estudo, pertence à Fazenda Santa Helena (Nelore DP), localizada no noroeste do estado do Paraná, no município de Bom Sucesso.

A seleção de Nelore nesta propriedade teve início na década de 60 com o objetivo de produzir reprodutores para uso em outras propriedades do criador. Com o aumento do rebanho de seleção, os jovens reprodutores começaram a ser disponibilizados ao mercado, tornando-se a principal atividade no setor pecuário da empresa.

São produzidos anualmente 400 touros, avaliados geneticamente pela Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP) e registrados pela Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ). Em 2007, com o aumento das áreas de agricultura, as matrizes foram transferidas para a Fazenda Jaguaretê, município de Batayporã, leste de Mato Grosso do Sul, onde são realizadas atualmente as atividades reprodutivas do rebanho.

O desmame ocorre entre 7 e 8 meses de idade. A fase de recria das fêmeas é realizada na Jaguaretê, sendo mantidas em pastagens formadas com *Brachiaria brizantha* cv Marandu, *Brachiaria brizantha* cv MG-5 Vitória e *Panicum maximum* suplementadas com sal mineral e/ou protéicos energéticos até a entrada na reprodução, que ocorre aos 24 meses em média.

Após o desmame, os machos são transferidos para a Fazenda Santa Helena entre os meses de junho e agosto. Neste período, são mantidos em confinamento até o mês de novembro com dieta composta por 60% a 70% de volumoso (silagem de milho ou silagem de cana-de-açúcar) e 30% a 40% de concentrado (milho, farelo de soja e núcleo). A dieta é balanceada para atingir ganho de peso moderado, entre 900 e 1.100g/dia.

Após o período de confinamento, os animais seguem para os piquetes em manejo de rotação de pastagens formadas com gramíneas *Cynodon* sp.

Tifton-85 com suplemento mineral, permanecendo até o mês de maio do ano seguinte, quando termina a fase de avaliação.

Nos períodos em que permanecem no confinamento e depois nas pastagens, são realizadas as provas de ganho de peso.

5.1. Arquivo de pedigree

Para a realização das análises, o arquivo de pedigree dos animais foi fornecido pela Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP), os quais são armazenados no Centro Técnico de Avaliação Genética (CTAG), ambos localizados em Ribeirão Preto-SP.

O arquivo de pedigree analisado nesse estudo compreendeu 15.522 animais.

5.2. Arquivo de medidas

O arquivo de medidas composto pelas informações de pesos e medições de perímetro escrotal nas diferentes idades foi extraído do software PROCAN, utilizado para o controle zootécnico da propriedade.

Foram utilizados dados de pesagens e medições de perímetro escrotal dos animais machos e fêmeas nascidos de 2003 a 2009. O calendário de coleta de dados segue as recomendações do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (ANCP, 2010), sendo:

- Pesagens a cada 90 dias nos machos e fêmeas com idade entre o nascimento e 18 meses, realizadas nos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro.

- Medição do perímetro escrotal entre 9 e 18 meses no mesmo calendário das pesagens.

- Avaliação visual pelo método EPMURAS aos 18 meses de idades, por técnico credenciado.

- Medição da área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea entre a 12ª- e 13ª- costelas pela ultrassonografia, por técnico credenciado.

5.2.1. Características analisadas

As características analisadas neste estudo foram: pesos aos 120 dias (p120), ao desmame (pdés), aos 12 meses (p12) e aos 18 meses (p18); ganho de peso do desmame aos 12 meses (gpdes-12), ganho de peso dos 12 aos 18 meses (gp12-18), perímetro escrotal ao desmame (pedés), perímetro escrotal aos 12 meses (pe12), perímetro escrotal aos 15 meses (pe15) e perímetro escrotal aos 18 meses (pe18).

Para a padronização dos pesos e medidas de perímetro escrotal para as idades citadas, foram utilizados os intervalos apresentados na tabela abaixo.

Tabela 2. Padronização dos pesos e medidas de perímetro escrotal com seus intervalos em dia.

Idade Padronizada	Intervalo (dias)
p120	90 a 150
pdés e pedés	180 a 270
p12 e pe12	335 a 395
p15 e pe15	420 a 480
p18 e pe18	520 a 580

Para o gerenciamento e edição do banco de dados foi utilizado o programa FOXPRO 9.0. O *Statistical Analysis Software* (SAS) foi utilizado para análise de estatística descritiva e remoção dos *outliers*, ou seja, registros que ultrapassam os limites inferiores e superiores dentro de um raciocínio de validação e eliminação de eventuais erros, para cada característica dentro das idades pré-estabelecidas, conforme tabela 2. Esta metodologia tem o

intuito de aumentar a confiabilidade das análises genéticas, conforme descrito por Bussab e Morettin (1987).

Nas tabelas 3, 4 e 5 são apresentadas as estatísticas descritivas para as características de peso, ganho de peso e perímetro escrotal nas diferentes idades analisadas, respectivamente.

Tabela 3. Estatísticas descritivas para as características de peso nas diferentes idades estudadas.

Características	Número de		Desvio		
	Observações	Média	Padrão	Mínimo	Máximo
p120 (kg)	3.149	119,98	23,02	50,00	187,00
pdes (kg)	3.958	175,70	30,82	81,00	259,00
p12 (kg)	2.484	240,38	50,86	80,00	398,00
p18 (kg)	1.872	299,20	44,24	201,00	488,00

p120 = peso padronizado aos 120 dias; pdes = peso padronizado ao desmame; p12 = peso padronizado aos 12 meses; p18 = peso padronizado aos 18 meses.

Tabela 4. Estatística descritiva para as características de ganho de peso nos dois períodos estudados.

Características	Número de		Desvio		
	Observações	Média	Padrão	Mínimo	Máximo
gpdes-12 (kg)	1.455	64,25	40,72	-21,0	208,0
gp12-18 (Kg)	1.465	58,24	39,23	- 52,0	205,0

gpdes-12 = ganho de peso do desmame aos 12 meses; gp12-18 = ganho de peso dos 12 aos 18 meses.

Tabela 5. Estatísticas descritivas para as características de perímetro escrotal nas diferentes idades estudadas.

Características	Número de		Desvio		
	Observações	Média	Padrão	Mínimo	Máximo
pedes (cm)	1.535	15,95	1,43	12,0	20,0
pe12 (cm)	1.166	19,34	2,41	12,5	26,5
pe15 (cm)	1.212	21,16	2,71	15,0	30,0
pe18 (cm)	852	24,12	3,10	16,5	32,0

pedes = perímetro escrotal ao desmame; pe12 = perímetro escrotal aos 12 meses; pe15 = perímetro escrotal aos 15 meses; pe18 = perímetro escrotal aos 18 meses.

5.3. Estimação dos parâmetros genéticos

Os dados coletados foram processados no laboratório do Grupo de Melhoramento Animal e Biotecnologia (GMAB) do Departamento de Ciências Básicas da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA/USP). Os componentes de (co)variância, os parâmetros genéticos e as soluções para os efeitos fixos e aleatórios foram estimados pelo método REML utilizando o programa VCE6 (GROENEVELD, 2008), sob modelo animal (HENDERSON, 1963; HENDERSON, 1975).

Análises tetra-variada foram utilizadas para a estimação dos efeitos nas características de peso nas diferentes idades. Para as características de ganho de peso e perímetro escrotal foram realizadas análises uni-variada.

5.3.1. Efeitos fixos

Para todas as características estudadas, os efeitos fixos considerados no modelo de análise foram: o grupo de contemporâneos, a idade do animal no momento da medição e a idade da mãe ao parto.

5.3.1.1 Grupos de contemporâneos

Para a formação dos grupos de contemporâneos foram utilizados animais pertencentes ao mesmo sexo, ano, estação de nascimento e lote de manejo informado pelo criador no momento da medição. O grupo de manejo informado pelo criador possui importante função para formação dos grupos de contemporâneos, permitindo agrupar indivíduos criados sobre a mesma condição de alimentação (KARLSBURG, 2003).

5.3.2. Efeitos aleatórios

Para as características de peso e perímetro escrotal nas diferentes idades, bem como para o ganho de peso do desmame aos 12 meses, foram assumidos no modelo de análise os efeitos aditivo direto e materno e efeito de ambiente permanente como efeitos aleatórios. Para a característica de ganho de peso dos 12 aos 18 meses, foi assumido como aleatório apenas o efeito aditivo direto.

5.3.3. Estimativas de herdabilidade

O coeficiente de herdabilidade é a fração da variância fenotípica que é devida a ação aditiva dos genes. Ou seja:

$$h^2 = \sigma_a^2 \div \sigma_p^2$$

Para as características onde foi considerado o efeito materno, foi calculada a herdabilidade total (direto + materno), simbolizada por h_t^2 , definida por Willham (1972) como:

$$h_t^2 = (\sigma_a^2 + 0,5 * \sigma_m^2 + 1,5 * \sigma_{a,m}) / \sigma_p^2$$

Onde,

σ_a^2 : variância genética aditiva,

σ_m^2 : variância genética materna

$\sigma_{a,m}$: covariância entre o efeito genético aditivo direto e materno

σ_P^2 : variância fenotípica

Sendo que, σ_P^2 é dada por:

$$\sigma_P^2 = \sigma_a^2 + \sigma_m^2 + \sigma_{a,m} + \sigma_{ap}^2 + \sigma_e^2$$

Onde:

σ_{ap}^2 : variância de ambiente permanente

σ_e^2 : variância para efeito residual

5.4. Arquivos de dados das provas de ganho em peso

Nos arquivos das provas de ganho em peso foram analisadas as medidas realizadas nos machos das safras 2008 e 2009. Os animais foram submetidos às provas em diferentes idades, conforme manejo realizado na propriedade, sendo coletados os seguintes dados:

- Etapa confinamento:

- a) peso na entrada,
- b) duas pesagens intermediárias
- c) peso na saída
- d) medição de perímetro escrotal na saída.

- Etapa pasto:

- a) peso na entrada
- b) uma pesagem intermediária
- c) peso na saída
- d) medição de perímetro escrotal na saída

5.4.1. Índices fenotípicos

Os índices fenotípicos utilizados para análise consideraram apenas as características mensuradas objetivamente, como: peso, ganho de peso e perímetro escrotal, não seguindo, desta forma, os critérios da ABCZ que incluem avaliação visual. A formação dos índices fenotípicos 1 e 2 seguiu os seguintes critérios:

$$\text{Índice fenotípico 1} = 60\% \text{ IGMD} + 40\% \text{ IPC Y}$$

$$\text{Índice fenotípico 2} = 40\% \text{ IGMD} + 40\% \text{ IPC} + 20\% \text{ IPE}$$

Onde,

IGMD: índice do ganho de peso médio diário;

IPC: índice peso calculado para a idade-padrão ao final da prova;

IPE: índice perímetro escrotal ajustado na idade-padrão ao final da prova;

Y: idade-padrão utilizada de acordo com o regime alimentar que os animais foram submetidos.

Os índices fenotípicos 1 e 2 citados acima, foram utilizados para as provas em regime de pasto e confinamento, diferenciando-se apenas a idade-padrão utilizada conforme o regime adotado.

Na tabela 6, estão apresentados o ano de nascimento, número de animais participantes e os tipos de regime alimentar característicos das provas.

Tabela 6. Índices fenotípicos, ano de nascimento, regime alimentar e número de animais participantes nas provas de ganho de peso.

	Ano Nascimento	Reg. Alimentar	N. de animais
Índice 1	2008	Confinamento	404
		Pasto	396
	2009	Confinamento	389
		Pasto	389
Índice 2	2008	-----	-----
		Pasto	396
	2009	Confinamento	389
		Pasto	389

5.4.2. Índices genéticos

As diferenças esperadas na progênie (DEP) dos animais participantes das provas de ganho para as características de peso, ganho de peso e perímetro escrotal, estimados pela aplicação do modelo animal foram utilizadas para a construção dos índices de acordo com as seguintes características e ponderações:

Etapas Confinamento:

$$\text{Índice Genético 1} = 60\% \frac{DEP_{gpdes-12}}{dp\ DEP_{gpdes-12}} + 40\% \frac{DEP_{p12}}{dp\ DEP_{p12}}$$

$$\text{Índice Genético 2} = 40\% \frac{DEP_{gpdes-12}}{dp\ DEP_{gpdes-12}} + 40\% \frac{DEP_{p12}}{dp\ DEP_{p12}} + 20\% \frac{DEP_{pe12}}{dp\ DEP_{pe12}}$$

Onde:

DEP_{gpdes-12}: diferença esperada na progênie para ganho de peso do desmame aos 12 meses,

DEP_{p12}: diferença esperada na progênie para peso aos 12 meses,

DEP_{pe12}: diferença esperada na progênie para perímetro escrotal aos 12 meses,

dp DEPgpdes-12: desvio-padrão genético da DEP para ganho de peso do desmame aos 12 meses,

dp DEPp12: desvio-padrão genético da DEP para peso aos 12 meses,

dp DEPpe12: desvio-padrão genético da DEP para perímetro escrotal aos 12 meses.

Etapas Pasto:

$$\text{Índice Genético 1} = 60\% \frac{DEP_{gp12-18}}{dp\ DEP_{gp12-18}} + 40\% \frac{DEP_{p18}}{dp\ DEP_{p18}}$$

$$\text{Índice Genético 2} = 40\% \frac{DEP_{gp12-18}}{dp\ DEP_{gp12-18}} + 40\% \frac{DEP_{p18}}{dp\ DEP_{p18}} + 20\% \frac{DEP_{pe18}}{dp\ DEP_{pe18}}$$

Onde:

DEPgp12-18: diferença esperada na progênie para ganho de peso dos 12 aos 18 meses,

DEPp18: diferença esperada na progênie para peso aos 18 meses,

DEPpe18: diferença esperada na progênie para perímetro escrotal aos 18 meses,

dp DEPgp12-18: desvio-padrão genético da DEP o para ganho de peso dos 12 aos 18 meses,

dp DEPp18: desvio-padrão genético da DEP para peso aos 18 meses,

dp DEPpe18: desvio-padrão genético da DEP para perímetro escrotal aos 18 meses.

Para a obtenção do índice genético, o valor genético aditivo estimado foi dividido por dois para gerar a DEP e posteriormente dividido pelo desvio-padrão genético da característica. Os índices genéticos 1 e 2 para confinamento e pasto foram determinados seguindo as mesmas ponderações dos índices fenotípicos (PGP).

5.5. Correlações de *ranking*

A classificação, ou *ranking*, dos animais participantes das provas de ganho em peso foi definida mediante os índices obtidos. Utilizando-se o SAS e o procedimento PROC CORR foram estimadas as correlações de *ranking* de Spearman entre os índices fenotípicos e genéticos dos animais participantes da prova de ganho de peso estudada. Este método visou comparar as metodologias de classificação dos animais e analisar o impacto prático na escolha dos reprodutores.

5.6. Conflitos de seleção

Duas estratégias de seleção baseadas na classificação dos animais fornecidas pelos índices fenotípicos e genéticos foram adotadas para avaliar os conflitos de seleção. Estes foram definidos como a porcentagem de animais que divergiram quanto à classificação dada pelos índices. A estratégia 1 foi seleção dos animais com índices acima da média mais um desvio-padrão, classificados como elite. Em seguida, reduziu-se a pressão de seleção, considerando-se os animais com índices acima da média, ou seja, animais classificados como elite e superiores, denominada assim de estratégia 2.

6 Resultados e discussões

6.1. Parâmetros genéticos

Nas tabelas 7 e 8 são apresentados os componentes de (co)variância para os efeitos de ambiente permanente e residual para as características de peso estudadas.

Tabela 7. Componentes de variância de ambiente permanente (diagonal), covariâncias (acima da diagonal) e os respectivos erros padrão para as características de peso nas diferentes idades estudadas.

Características analisadas				
	p120	Pdes	p12	p18
p120	0,00 ± 0,00	- 0,00 ± 0,08	- 0,00 ± 0,02	- 0,00 ± 0,00
Pdes		502,98 ± 0,05	347,15 ± 0,03	95,54 ± 0,03
p12			963,08 ± 0,02	573,58 ± 0,03
p18				543,11 ± 0,01

p120 = peso aos 120 dias; pdes = peso ao desmame; p12 = peso aos 12 meses; p18 = peso aos 18 meses.

Tabela 8. Componentes de variância residual (diagonal), covariâncias (acima da diagonal) e os respectivos erros padrão para as características de peso nas diferentes idades estudadas.

Características analisadas				
	p120	pdes	p12	p18
p120	335,76 ± 0,01	318,13 ± 0,01	213,52 ± 0,01	59,56 ± 0,02
Pdes		310,25 ± 0,05	63,78 ± 0,05	20,05 ± 0,03
p12			4291,82 ± 0,02	1481,80 ± 0,02
p18				1683,13 ± 0,02

p120 = peso aos 120 dias; pdes = peso ao desmame; p12 = peso aos 12 meses; p18 = peso aos 18 meses.

Nas tabelas 9 e 10 são apresentados os componentes de (co)variância para os efeitos aditivos direto e materno, estimativas de herdabilidade e correlações genéticas para as características de peso estudadas.

Tabela 9. Componentes de variância genética aditiva direta e materna (diagonal); covariâncias (acima da diagonal) e os respectivos erros padrão para as características de peso nas diferentes idades estudadas.

	Efeito Direto				Efeito Materno			
	p120	Pdes	p12	p18	p120_m	pdes_m	p12_m	p18_m
p120	163,08 ± 9,18	189,83 ± 13,68	115,42 ± 12,10	3,53 ± 8,82	1,60 ± 4,59	2,01 ± 6,14	4,16 ± 10,14	4,06 ± 8,82
pdes		344,82 ± 23,00	249,69 ± 21,49	7,19 ± 12,83	3,38 ± 6,67	4,23 ± 8,93	8,23 ± 14,74	7,95 ± 12,83
p12			863,17 ± 47,15	12,54 ± 20,29	6,47 ± 10,56	7,72 ± 14,14	13,60 ± 23,33	13,27 ± 20,29
p18				489,6 ± 30,56	3,23 ± 7,95	4,34 ± 10,65	7,23 ± 17,57	6,28 ± 15,29
p120_m					126,59 ± 8,09	2,45 ± 5,41	3,53 ± 8,94	3,21 ± 7,77
pdes_m						229,51 ± 14,59	5,65 ± 12,03	4,21 ± 10,47
p12_m							632,08 ± 39,93	8,93 ± 17,37
p18_m								474,27 ± 30,09

p120 = peso aos 120 dias; pdes = peso ao desmame; p12 = peso aos 12 meses; p18 = peso aos 18 meses.

Tabela 10. Estimativas de coeficientes de herdabilidade para efeito aditivo direto e materno (diagonal), correlações genéticas (acima da diagonal) e os respectivos erros padrão para características de peso nas diferentes idades estudadas.

	Efeito Direto				Efeito Materno			
	p120	Pdes	p12	p18	p120_m	pdes_m	p12_m	p18_m
p120	0,26 ± 0,01	0,80 ± 0,03	0,31 ± 0,03	0,01 ± 0,03	0,01 ± 0,03	0,01 ± 0,03	0,01 ± 0,03	0,01 ± 0,03
Pdes		0,25 ± 0,02	0,46 ± 0,03	0,02 ± 0,03	0,02 ± 0,03	0,01 ± 0,03	0,02 ± 0,03	0,02 ± 0,03
p12			0,13 ± 0,01	0,02 ± 0,03	0,02 ± 0,03	0,02 ± 0,03	0,02 ± 0,03	0,02 ± 0,03
p18				0,15 ± 0,01	0,01 ± 0,03	0,01 ± 0,03	0,01 ± 0,03	0,01 ± 0,03
p120_m					0,20 ± 0,01	0,01 ± 0,03	0,01 ± 0,03	0,01 ± 0,03
pdes_m						0,16 ± 0,01	0,01 ± 0,03	0,01 ± 0,03
p12_m							0,09 ± 0,005	0,02 ± 0,03
p18_m								0,15 ± 0,01

p120 = peso aos 120 dias; pdes = peso ao desmame; p12 = peso aos 12 meses; p18 = peso aos 18 meses.

Analizando os dados encontrados para peso aos 120 dias (p120) de 0,26 para herdabilidade direta, verifica-se que o mesmo se encontra próximo aos relatados por Siqueira *et al.* (2003) de 0,29 e Yokoo *et al.* (2007) de 0,25.

Para o peso ao desmame (pdes), as estimativas de herdabilidade direta (0,25) e materna (0,16) foram semelhantes às relatadas na literatura. Koots *et al.* (1994) relataram valores de 0,24 e 0,13 para os coeficientes de herdabilidade direta e materna ao desmame, respectivamente. Lôbo *et al.* (2000) reportaram média de 0,29 para estimativas de herdabilidade direta e 0,10 para materna nesta idade, em uma revisão de 78 trabalhos científicos. Analizando peso aos 205 dias, Fridrich *et al.* (2008) relataram valores de 0,16 e 0,17 para herdabilidade direta e materna, respectivamente.

Analizando os pesos aos 12 (p12) e 18 meses (p18), encontra-se neste trabalho baixas estimativas de herdabilidade direta, respectivamente 0,13 e 0,15. Semelhantes as reportadas por Fridrich *et al.* (2008), de 0,13 aos 12 meses. Para as mesmas idades, Lôbo *et al.* (2000) relataram estimativas de herdabilidade direta de 0,23 e 0,31. Na raça Nelore, Eler *et al.* (1996) reportaram estimativas de herdabilidade direta de 0,30 para os 18 meses enquanto Siqueira *et al.* (2003) estimaram herdabilidade direta de 0,47 para peso aos 18 meses, com análise uni-característica.

Cucco (2010), em sua tese de doutorado, reportou estimativas de herdabilidade direta ao sobreano de 0,32 e materna de 0,01. Para peso ao desmame, este mesmo autor relatou estimativas de herdabilidade de 0,18 e 0,09, para efeito direto e materno, respectivamente.

Apesar da baixa herdabilidade direta, verificou-se neste trabalho efeito materno para peso aos 12 e 18 meses neste estudo de elevada magnitude, 0,09 e 0,15, respectivamente, o que pode estar relacionado ao banco de dados ser relativamente pequeno.

Os resultados da tabela 10 mostram ainda uma baixa correlação genética entre pesos pré desmame com o peso ao sobreano, entre 0,01 e 0,02. Estes valores estão muito abaixo do encontrado na literatura. Vários trabalhos publicados relatam correlações genéticas acima de 0,90 entre pesos nas diferentes idades.

Estes resultados podem ser decorrentes dos diferentes manejos aos quais os machos são submetidos do desmame aos 12 meses em confinamento e posterior manejo em pastagem até o sobreano (18 meses), período em que são realizadas as últimas medições.

De acordo com os dados de correlação genética apresentados, a seleção de animais para peso apenas em idades anteriores aos 12 meses não acarretaria em ganhos genéticos para peso aos 18 meses. Ou seja, neste rebanho, deve-se incluir o peso aos 18 meses no programa de seleção.

Tabela 11. Coeficientes de herdabilidade total para as características de peso nas diferentes idades estudadas.

Características	h_t^2
p120	0,36
Pdes	0,33
p12	0,18
p18	0,23

h_t^2 = herdabilidade total; p120 = peso aos 120 dias; pdes = peso ao desmame; p12 = peso aos 12 meses; p18 = peso aos 18 meses.

As estimativas de herdabilidade total encontradas neste estudo são semelhantes aos valores relatados por Cucco (2010) de 0,27 e 0,34 para peso ao desmame e sobreano, respectivamente. Mercadante *et al.* (1995) e Lira *et al.* (2008), citaram estimativas de herdabilidade total próximas do relatado neste estudo.

A seguir, nas tabelas 12 e 13, são apresentados os componentes de variância, correlações genéticas e estimativas de herdabilidade para as características de ganho de peso entre as diferentes idades estudadas.

Tabela 12. Estimativas de (co)variância aditiva direta e materna, residual e de ambiente permanente e os respectivos erros padrão para as características de ganho de peso nas diferentes idades.

Características	σ_a^2	σ_m^2	σ_{am}	σ_e^2	σ_{ep}^2
gpdes-12	54,99 ± 23,56	14,62 ± 12,73	3,67 ± 17,73	341,88 ± 24,19	0,00 ± 0,00
gp12-18	74,98 ± 30,63	-	-	289,91 ± 27,05	-

σ_a^2 = variância genética aditiva direta; σ_m^2 = variância genética aditiva materna; σ_{am} = covariância aditiva direta e materna; σ_e^2 = variância residual; σ_{ep}^2 = variância de ambiente permanente; gpdes-12 = ganho de peso do desmame aos 12 meses; gp12-18 = ganho de peso dos 12 aos 18 meses.

Tabela 13. Estimativas de coeficiente de herdabilidade direta e materna e correlações entre efeito aditivo direto e materno e respectivos erros-padrão para as características de ganho de peso nas diferentes idades estudadas.

Características	h_a^2	h_m^2	r_{am}
gpdes-12	0,13 ± 0,05	0,03 ± 0,02	0,13 ± 0,62
gp12-18	0,20 ± 0,08	-	-

h_a^2 = herdabilidade do efeito aditivo direto; h_m^2 = herdabilidade do efeito aditivo materno; r_{am} = correlação entre o efeito direto e materno; gpdes-12 = ganho de peso do desmame aos 12 meses; gp12-18 = ganho de peso dos 12 aos 18 meses.

Os resultados obtidos para as estimativas de herdabilidade direta para o ganho de peso pós-desmama foram muito semelhantes aos encontrados na literatura. As estimativas de herdabilidade direta para ganho de peso do desmame aos 12 meses (gpdes-12) foi de 0,13, valor semelhante aos encontrados por Paneto *et al.* (2002), Marcondes (1999) e Cucco (2008) de 0,16, 0,18 e 0,12, respectivamente. O ganho de peso no período de 12 a 18 meses (gp12-18) apresentou estimativas de herdabilidade direta e 0,20, valor semelhante ao encontrado por Garnero (1999), Oliveira (2009) e Cucco (2008). Koots (1994) e Meyer (1992) em suas revisões, também apresentaram valores próximos a estes.

A estimativa de herdabilidade materna para ganho de peso do desmama aos 12 meses (gpdes-12) foi próxima de zero, valor semelhante ao encontrado por Meyer (1992) e Koots (1994).

Tabela 14. Estimativas de (co)variância aditiva direta e materna, residual e de ambiente permanente e os respectivos desvios-padrão para perímetro escrotal nas diferentes idades.

Características	σ_a^2	σ_m^2	σ_{am}	σ_e^2	σ_{ep}^2
pedes	0,84 ± 0,29	0,43 ± 0,25	- 0,40 ± 0,24	0,83 ± 0,10	0,18 ± 0,08
pe12	1,92 ± 0,61	0,95 ± 0,62	- 0,81 ± 0,66	1,86 ± 0,22	0,13 ± 0,08
pe15	2,99 ± 0,92	1,45 ± 0,80	- 1,08 ± 0,80	2,43 ± 0,35	0,75 ± 0,34
pe18	2,70 ± 0,83	0,25 ± 0,12	- 0,06 ± 0,01	1,75 ± 0,19	0,80 ± 0,34

σ_a^2 = variância genética aditiva direta; σ_m^2 = variância genética aditiva materna; σ_{am} = covariância entre a variância aditiva direta e materna; σ_e^2 = variância residual; σ_{ep}^2 = variância de efeito de ambiente permanente; pedes = perímetro escrotal ao desmame; pe12 = perímetro escrotal aos 12 meses; pe15 = perímetro escrotal aos 15 meses; pe18 = perímetro escrotal aos 18 meses.

Tabela 15. Estimativas de coeficientes de herdabilidade direta e materna, correlações entre os efeitos aditivos direto e materno, desvios-padrão e herdabilidade total para perímetro escrotal nas diferentes idades estudadas.

Características	h_a^2	h_m^2	r_{am}	h_t^2
Pedes	0,56 ± 0,11	0,29 ± 0,11	- 0,67 ± 0,19	0,30
pe12	0,59 ± 0,11	0,29 ± 0,13	- 0,59 ± 0,26	0,36
pe15	0,55 ± 0,10	0,26 ± 0,10	- 0,52 ± 0,24	0,38
pe18	0,50 ± 0,10	0,05 ± 0,01	- 0,07 ± 0,01	0,50

h_a^2 = herdabilidade do efeito aditivo direto; h_m^2 = herdabilidade do efeito aditivo materno; r_{am} = correlação entre o efeito direto e materno; h_t^2 = herdabilidade total; pedes = perímetro escrotal ao desmame; pe12 = perímetro escrotal aos 12 meses; pe15 = perímetro escrotal aos 15 meses; pe18 = perímetro escrotal aos 18 meses.

Verificou-se efeito materno relevante para perímetro escrotal, principalmente nas idades de 12 e 15 meses.

Para efeito direto, as estimativas foram semelhantes às encontradas por Eler *et al.* (1996), que relataram estimativas de 0,52 para herdabilidade de PE ao sobreano, e Dias *et al.* (2003), que relataram estimativas entre 0,35 e 0,52, dependendo do modelo estudado. Silva *et al.* (2006) e Van Melis *et al.* (2010) estimaram coeficientes de herdabilidade de 0,46 e 0,42 para essa característica.

A elevada magnitude do efeito materno encontrada para PE nas diferentes idades pode ser decorrente da própria estrutura e volume de dados quando comparados aos demais estudos revisados. A herdabilidade total de PE aos 18 meses encontrada neste estudo (0,50), está acima da relatada por Cucco (2010) que encontrou valor de 0,25.

6.2. Correlações de ranking

As correlações entre os índices fenotípicos referentes às provas de ganho e genéticos apresentaram valores de moderados a altos, indicando que existe certa coerência entre a seleção fenotípica e genética (tabela 16).

Tabela 16. Correlações de *ranking* entre os índices fenotípicos e genéticos para os diferentes modelos estudados, de acordo com o ano de nascimento e regime alimentar dos animais.

	Ano nascimento	Regime	ρ
Índice 1	2008	Confinamento	0,846
		Pasto	0,909
	2009	Confinamento	0,845
		Pasto	0,869
Índice 2	2008	-----	-----
		Pasto	0,814
	2009	Confinamento	0,813
		Pasto	0,848

ρ = coeficiente de correlação de *ranking* de Spearman.

As correlações de Spearman foram relativamente altas para todos os índices estudados. No entanto, apesar do valor dessas estimativas de correlação, elas indicam que alguns animais podem mudar de posição em sua ordenação, o que pode ter implicações, especialmente na seleção de reprodutores de reposição, com intensidade de seleção mais rigorosa.

Dentro de um mesmo ano e mesmo índice, as correlações de Spearman apresentaram-se maiores quando as provas foram em regime de pasto. Nota-se ainda, menores correlações quando foram inseridos dados de perímetro escrotal nos índices fenotípicos e genéticos.

6.3. Conflitos de seleção

As figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 apresentadas a seguir ilustram as dispersões dos animais de acordo com os seus índices fenotípicos e genéticos nos diferentes regimes alimentares, a pasto e confinamento e diferentes anos de nascimento (2008 e 2009). Nestas figuras, os níveis de corte para a definição dos quadrantes para os dois índices foi a estratégia 1 de seleção, ou seja, animais com índices acima da média mais um desvio-padrão. Desta forma, podem ser visualizados animais selecionados em ambos ou apenas em um dos índices, de acordo com os diferentes quadrantes, indicando os conflitos de seleção.

Figura 1. Dispersões do Índice 1 safra 2008 confinamento nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados com índice genético e fenotípico igual ou acima de um desvio-padrão da média.

Figura 2. Dispersões do Índice 1 safra 2008 pasto nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados com índice genético e fenotípico igual ou acima de um desvio-padrão da média.

Figura 3. Dispersões do Índice 1 safra 2009 confinamento nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados com índice genético e fenotípico igual ou acima de um desvio-padrão da média.

Figura 4. Dispersões do Índice 1 safra 2009 pasto nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados com índice genético e fenotípico igual ou acima de um desvio-padrão da média.

Figura 5. Dispersões do Índice 2 safra 2008 pasto nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados com índice genético e fenotípico igual ou acima de um desvio-padrão da média.

Figura 6. Dispersões do Índice 2 safra 2009 confinamento nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados com índice genético e fenotípico igual ou acima de um desvio-padrão da média.

Figura 7. Dispersões do Índice 2 safra 2009 pasto nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados com índice genético e fenotípico igual ou acima de um desvio-padrão da média.

Podem ser visualizados nas figuras acima, em que foram selecionados os animais pela estratégia 1, que conflitos apresentados pela seleção de animais classificados no índice fenotípico e não classificados no índice genético apresentaram um percentual entre 19,3 e 44,0% dos animais. Já quando foram selecionados animais pelo índice genético e não selecionados pelo fenotípico, os conflitos de seleção foram entre 21,7 e 73,2%.

Em geral, menos conflitos foram observados para seleção em confinamento do que em regime de pasto, dentro do mesmo ano de nascimento.

Como a seleção é a escolha dos animais que irão contribuir para as alterações das frequências gênicas para as próximas gerações, quando ela é feita apenas considerando-se os índices fenotípicos utilizados nas provas de ganho de peso, muitos animais que têm estimativas de valor genético alto para ganho de peso não são selecionados. Desta forma, pode-se determinar que a metodologia adotada nas provas de ganho de peso avaliadas neste trabalho, incluindo a estratégia de análise de dados e a construção dos índices fenotípicos não se mostraram eficientes para o controle de fontes de variação ambiental, com prejuízos na precisão das estimativas dos valores genéticos dos animais, além disto, os índices fenotípicos não considerarem os laços de parentesco e o desempenho dos parentes, comprometendo a eficiência dos processos seletivos.

Nas figuras 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14, os quadrantes foram definidos como sendo o valor médio dos índices fenotípicos e genéticos, ou seja, estratégia 2 de seleção. Este critério de seleção é comumente utilizado pelos selecionadores nas provas de ganho de peso para definir os indivíduos que serão comercializados como reprodutores.

Figura 8. Dispersões do Índice 1 safra 2008 confinamento nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados acima da média pelo índice genético e fenotípico.

Figura 9. Dispersões do Índice 1 safra 2008 pasto nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados acima da média pelo índice genético e fenotípico.

Figura 10. Dispersões do Índice 1 safra 2009 confinamento nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados acima da média pelo índice genético e fenotípico.

Figura 11. Dispersões do Índice 1 safra 2009 pasto nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados acima da média pelo índice genético e fenotípico.

Figura 12. Dispersões do Índice 2 safra 2008 pasto nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados acima da média pelo índice genético e fenotípico.

Figura 13. Dispersões do Índice 2 safra 2009 confinamento nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados acima da média pelo índice genético e fenotípico.

Figura 14. Dispersões do Índice 2 safra 2009 pasto nos quadrantes definidos pelos pontos de truncamento dos animais classificados acima da média pelo índice genético e fenotípico.

Na estratégia 2, os conflitos de seleção variaram entre 11,8 e 22,1% dos animais selecionados no índice fenotípico e que não seriam selecionados no índice genético. Quando analisados os animais selecionados no índice genético e que não seriam selecionados no índice fenotípico, o percentual do erro apresentou variação entre 9,0 e 16,1% com a seleção dos animais pela estratégia 2 de seleção.

Os resultados apresentados mostram maiores conflitos de seleção quando se utilizou a estratégia 1 de seleção, ou seja, índices acima da média mais um desvio-padrão. Verifica-se desta forma, que quanto maior a pressão de seleção utilizada no grupo de animais avaliados, maiores são os conflitos de seleção.

Desta forma, a escolha de animais elites apenas nos índices fenotípicos apresentados neste estudo, acarretaria na utilização de

animais que não seriam os melhores geneticamente nos grupos analisados. De maneira similar, a não utilização de touros jovens devido ao baixo índice fenotípicos levaria a não utilização de alguns indivíduos geneticamente melhoradores pelo índice genético.

Os métodos de classificação e identificação de touros jovens que serão pais das futuras gerações são de suma importância nos programas de melhoramento genético. O erro na classificação dos touros jovens pode comprometer o sucesso dos programas de melhoramento diminuindo os ganhos genéticos do rebanho e grandes prejuízos devido aos altos investimentos de recursos e tempo para as avaliações dos testes de progênie.

Este estudo demonstrou que podem existir falhas nas metodologias de análises e classificação de animais participantes de provas de ganho de peso. Estudos devem ser realizados com o intuito de comparar as progênie de touros indicados como superiores pelo índice fenotípico e não indicados pelo índice genético e vice-versa, aos quais foram identificados neste estudo nos conflitos de seleção.

7 Conclusões

Os parâmetros genéticos, coeficientes de herdabilidade e correlações estimados no rebanho estudado, sugerem que as características peso, ganho de peso e perímetro escrotal são passíveis de serem melhoradas pela aplicação de seleção.

As correlações de *ranking* entre os índices fenotípicos e genéticos de valores moderados a altos, indicam que o método de classificação dos animais participantes das provas de ganho de peso, se utilizado criteriosamente, pode ser uma ferramenta auxiliar de seleção na escolha de reprodutores jovens. No entanto, podem ser observadas alterações de ordenação dos animais e conflitos de seleção, quando comparadas à seleção por valores genéticos aditivos.

A frequência de conflitos no ordenamento dos animais é mais acentuada na medida em que se aumenta a pressão de seleção dos animais, qualquer que seja o índice, fenotípico ou genético. A utilização apenas do índice fenotípico pode acarretar sérios riscos à seleção no rebanho estudado.

A adoção de estratégias mais acuradas de análises dos dados e de classificação dos animais nas provas de ganho de peso e uso de valores genéticos, quando possível, podem contribuir para maior precisão na identificação de animais geneticamente superiores.

8 Referências bibliográficas

ABCZ – Associação Brasileira de Criadores de Zebu. Disponível em: <http://www.pmgz.org.br/?pgpManual>. Acesso em: 20 nov. 2010.

ABCZ – Associação Brasileira de Criadores de Zebu. Disponível em: <http://www.abcz.com.br/conteudo/tecnica/estatisticas.html>. Acesso em: 7 julho 2011.

ANCP – Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores. Disponível em: <http://www.ancp.org.br/cronogramas.php?id=1>. Acesso em: 4 novembro 2010.

BERGMANN, J.A.G., ZAMBORLINI, L.C., PROCOPIO, C.S.O. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.48, p.-69-78, 1996.

BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N.; ALBUQUERQUE, L.G. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.565-571, 2007.

BOURDON, R.M.; BRINKS, J.S. Scrotal circumference in yearling Hereford bulls: adjustment factors, heritabilities and genetic, environmental and phenotypic relationships with growth traits. **Journal Animal Science**, v.62, p958-967, 1986.

BUSSAB, W.O; MORETTIN, D.M. **Estatística Básica**. 4 ed. São Paulo: Atual, 1987. 321p.

CARDOSO, F.F.; CARDELLINO, R.A.; CAMPOS, L.T. Fatores ambientais sobre escores de avaliação visual a desmama em bezerros Angus criados no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa**, v.30, n.2, p.318-325, 2001.

CUCCO, D.C. **Estimativa de parâmetros genéticos para características de crescimento e perímetro escrotal na raça Pardo Suíço Corte**. Pirassununga: Universidade de São Paulo, 2008. 83p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, 2008.

CUCCO, D.C. **Estudo genético quantitativo e molecular de características de crescimento e carcaça em bovinos da raça Nelore usando inferência bayesiana**. Pirassununga: Universidade de São Paulo, 2010. 109p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, 2010.

CYRILLO, J.N.S.G., RAZOOK, A.G., FIGUEIREDO, L.A. *et al.* Estimativas de tendências e parâmetros genéticos do peso padronizado aos 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho, SP. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p.56-65, 2001.

DIAS, L.T.; FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa**, v.32, n.6, p.1878-1882, 2003. (Supl. 2).

ELER, J.P. ; FERRAZ, J.B.S.; SILVA, P.R. Parâmetros genéticos para peso, avaliação visual e perímetro escrotal na raça Nelore, estimados por modelo animal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 48, n. 2, p.203-213, 1996.

ELER, J.P. ; SILVA, J.A.; FERRAZ, J.B.S.; DIAS, F.; OLIVEIRA, H.N., EVANS, J.L., GOLDEN, B.L. Genetic evaluation of the probability of pregnancy at 14 months for Nellore heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 4, p. 951-954, 2002.

ELER, J.P. ; SILVA, J.A.II V.; EVANS, J.L.; FERRAZ.J.B.S.; DIAS, F.; GOLDEN, B.L. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.82, p.2519-2527, 2004.

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

FERRAZ FILHO, P.B.; RAMOS, A.A.; SILVA, L.O.C.; SOUZA, J.C.; ALENCAR, M.M.; Herdabilidade e correlações genéticas, fenotípicas e ambientais para pesos em diferentes idades de bovinos da raça Tabapuã. **Archives of Veterinary Science**, v.7, n.1, p.65-69, 2002.

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

FRIDRICH, A.B.; SILVA, M.A.; VALENTE, B.D.; SOUSA, J.E.R.; CORREA, G.S.S.; FERREIRA, I.C.; VENTURA, R.V.; SILVA, L.O.C. Interação genótipo x ambiente e estimativas de parâmetros genéticos dos pesos aos 205 e 365 dias de idade de bovinos Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária de Zootecnia**, v.60, n.4, p.917-925, 2008.

GARNERO, A.V. **Comparação de critérios de seleção em gado de corte visando precocidade de crescimento**. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 1999. 85p. Dissertação (Mestrado em Genética) – Universidade de São Paulo, 1999.

GARNERO, A.V.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; OLIVEIRA, H.N. Comparação entre critérios de seleção para crescimento na raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 30, n.3, p714-718, 2001.

GARNERO, A.V. *et al.* Influência da incorporação de dados de progênes na classificação de touros da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v317, n2, p.918-923, 2002.

GROENEVELD, E.; KOVAC, M. and MIELENZ, N. **VCE User's guide and reference manual** Version 6.0. Department of Animal Science, University of Illinois, Urbana, IL, 2008.

HENDERSON, C.R. Selection index and expected genetic advance. In: **Statistical genetics and plant breeding**. NAS-NRC, 1963. (publications, 982).

HENDERSON, C.R. Best linear unbiased estimation and prediction under model. **Biometrics**, Washington, v. 31, p.423-439, 1975.

IBGE 2006 – Censo agropecuário 2006-Pesquisa pecuária municipal.Disponível em:[HTTP://sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2&z=t&o=22\\$u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1](http://sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2&z=t&o=22$u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1). Acesso em:11 nov 2011.

IBGE 2010 – Pesquisa pecuária municipal 2009. Disponível em: [HTTP://sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2&z=t&o=22\\$u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1](http://sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2&z=t&o=22$u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1)>. Acesso em:10 jan 2011.

KARSBURG, J.H.H. **Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaça medidas por ultra-sonografia e de desenvolvimento ponderal em bovinos da raça Santa Gertrudis**. 2003. 82 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2003.

KENNEDY, B.W., HENDERSON, C.R. Genetic trends among sires and dams in record of performance tested herds. **Can. J. Anim. Sci.**, Ottawa, v.57, n.2, p.339-43, 1977.

KOOTS, K.R.; GIBSON, J.P.; SMITH, C. *et al.* Analysis of published genetic parameters estimates for beef production traits. 1 – Heritability. **Animal Breeding Abstracts**, Edinburgh, v.62, n.5, p.309-338, 1994.

LANNA, D. P.; PACKER, I. U. A produtividade da raça Nelore. In: SIMPOSIO: O NELORE DO SÉCULO XXI, 4, 1997, Uberaba. **Anais...** Uberaba, 1997. P. 73-86.

LIRA, T.; ROSA, E. M.; GARNERO, A. V. Parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte (revisão). *Ciência Animal Brasileira*. Goiânia, v. 9, n. 1, p.1-22, 2008.

LÔBO, R.B.; REYES, A.; FERRAZ, J.B.S. *et al.* Bivariate animal model analysis of growth weights and scrotal circumference of Nelore cattle in Brazil. In: World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 5, 1994, Guelph. Proceedings... Guelph: s.d., 1994. p.199-202.

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

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo, 2000. P.39-42.

MARCONDES, C.R. **Análises de alguns critérios de seleção para características de crescimento na raça Nelore**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1999. 93p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1999.

MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; REYES, A. Parâmetros genéticos para características de crescimento em cebuínos de carne: uma revisão.

Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, Mayaguez, v. 3, p.45-89, 1995.

MEYER, K. Restricted maximum likelihood to estimative variance components for animal models with several random effects using a derivative-free algorithm. **Genetique, Selection, Evolution**, Paris, v. 21, p. 317-340, 1989a.

MEYER, K. Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.31, p.179-202, 1992.

OLIVEIRA, P.S. **Estrutura populacional e tendência genética de características de crescimento e adaptação de bovinos da raça Nelore, linhagem Lemgruber**. 2009. 95f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2009.

PANETO, J.C.; LEMOS, D.C.; BEZERRA, L.A.F.; FILHO, R.M.; LOBO, R.B.; Estudo de características quantitativas de crescimento dos 120 aos 550 dias de idade em gado Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, V.31, n.2, p.668-674, 2002

PECUARIA brasileira. ABIEC 2010. Disponível em:

<[HTTP://www.abiec.com.br/3_pecuaria.asp](http://www.abiec.com.br/3_pecuaria.asp)>. Acesso em: 10 jan 2011.

PEDROSA, V.B. **Estimação dos parâmetros genéticos do peso adulto em matrizes da raça Nelore**. 2006. 77f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2006.

PEÑA, C.D.O., CAMPOS, F.P., FEITOSA, J.V. *et al.* Estimativas de herdabilidade do perímetro escrotal e suas relações em tourinhos da raça Nelore no Paraguai. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 35, 1998, Botucatu, 1998. Anais...Botucatu: SBZ, 1998, v.3, p.365-367.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S *et al.* Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 37, n.5, p.703-708, 2002.

RAZOOK, A.G., *et al.* O Programa de seleção da Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho: Resultados em 14 anos de progênes. In: **1º**

Simpósio Nacional de Melhoramento Animal (SBMA). Ribeirão Preto (SP). 2 a 6 junho, p.204-208, 1996.

SANTIAGO, A.A. **O Nelore.** 1ª Ed. São Paulo: Editora dos Criadores. 1983, 584p.

SARMENTO, J.L.R.; PIMENTA FILHO, E.C.; RIBEIRO, R.M.F. *et al.* Efeitos ambientais e genéticos sobre ganho em peso diário de bovinos Nelore no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.2, p325-330, 2003.

SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R *et al.* Herdabilidades e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.6, p.2223-2230, 2000.

SILVA, J.A.II V., FORMIGONI, I.B., ELER, J.P., FERRAZ, J.B.S. Genetic relationship among stayability, scrotal circumference and post-weaning weight in Nelore cattle. **Livestock Science**. v. 99, p.51-59, 2006.

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

THOMPSON, R. Sire evaluation. **Biometrics**, Washington, v. 35, p.339-353, 1979.

TROVO, J.B.F. *et al.* **Fundamentos da Avaliação Genética.** In: CURSO SOBRE AVALIAÇÃO GENÉTICA EM BOVINO DE CORTE. Ribeirão Preto, p.1-19, 1995.

TUNDISI, A.G.A. *et al.* Contribuição para o estudo do ganho de peso de bovinos zebus. B. Indústria Animal, v.20, p.117-129, 1962

VAN MELIS, M.H., ELER, J.P., ROSA, G.J.M., FERRAZ, J.B.S., FIGUEIREDO, L.G.G., MATTOS, E.C., OLIVEIRA, H.N. Additive genetic relationship between scrotal circumference, heifer pregnancy, and stayability in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.88, n12, p.3809-3813, 2010.

VAN MELIS, M.H., OLIVEIRA, H.N., ELER, J.P., FERRAZ, J.B.S., CASELLAS, J. AND VARONA, L. Additive genetic relationship of longevity with fertility and

production traits in Nellore cattle based models. **Genetics and Molecular Research**, v. 9, n. 1, p.176-187, 2010.

WILLHAM, R.L. The role of maternal effect in animal breeding: III Biometrical aspects of maternal effects in animals. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.35, p.1288-1302, 1972.

YOKOO, M.J.; ALBUQUERQUE, L.G.; LÔBO, R.B. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, p.1761-1768, 2007.