



Universidade Federal do Pará
Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental
Universidade Federal Rural da Amazônia
Programa de Pós Graduação em Ciência Animal

Josynélia do Socorro da Silva Sena

**Parâmetros genéticos, tendências e resposta à seleção de
características produtivas da raça Nelore na Amazônia Legal**

Belém – Pará
2011

Josynélia do Socorro da Silva Sena

Parâmetros genéticos, tendências e resposta à seleção de características produtivas da raça Nelore na Amazônia Legal

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia.

Área de concentração: Produção Animal.

Orientador: Dra. Cintia Righetti Marcondes

Co-orientador: Dr. José Ribamar Felipe Marques

**Belém – Pará
2011**

Josynélia do Socorro da Silva Sena

Parâmetros genéticos, tendências e resposta à seleção de características produtivas da raça Nelore na Amazônia Legal

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia.

Área de concentração: Produção Animal.

Data : Belém - PA: 22/07/2011.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Cintia Righetti Marcondes (Presidente)
EMBRAPA – Pecuária Sudeste

Prof. Dr. Paulo Roberto Nogara Rorato (Membro Titular)
Universidade Federal de Santa Maria

Profa. Dra. Luciara Celi da Silva Chaves (Membro Titular)
Universidade Federal Rural da Amazônia

Profa. Dra. Maria Rosa Travassos da Rosa Costa (Membro Suplente)
EMBRAPA – Amazônia Oriental

**À minha mãe, Onélia Maria da
Silva e Silva, pelo afeto, amor,
confiança, incentivo e
companheirismo.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS pela oportunidade de uma vida repleta de saúde, inteligência e capacidades interiores para ir em busca dos meus ideais;

A minha mãe Onélia, pela educação, dedicação, amor, pelos exemplos de honestidade, humildade e companheirismo, coragem e a boa conduta;

À Universidade Federal do Pará, pela acolhida como aluno de Pós-Graduação;

A professora Dr. Cíntia Marcondes, como orientadora, que com sua competência profissional me aceitou como sua orientada. Pela amizade, pelas sugestões e por estar sempre disposta a ajudar, por ter acreditado neste trabalho e pela valiosa ajuda;

À Capes, pela concessão da bolsa de estudo;

À ANCP pela concessão dos dados zootécnicos dos animais participantes do PMGRN–Nelore Brasil;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Amazônia Oriental (EMBRAPA);

Aos colegas da pós-graduação, especialmente à Amanda Matos, pelos momentos de estudo e descontração compartilhados;

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

“O valor não está na forma em que você conquista, mas sim na habilidade de manter o que você conquistou”.

Fernando Lapolli

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos (herdabilidades e correlações), efeitos não genéticos, tendência genética e resposta à seleção para as características de crescimento (pesos padronizados aos 120, 210 e 450 dias) e características reprodutivas (idade ao primeiro parto e perímetro escrotal aos 450 dias) de machos e fêmeas, da raça Nelore criados na Amazônia Legal. O arquivo de dados analisado consistia em 211.744 registros de animais da raça Nelore, participantes do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN- Nelore Brasil), nascidos no período de 1995 e 2008, distribuídos em rebanhos localizados nos estados do AC, MA, MT, PA, RO e TO. A consistência dos dados, as análises descritivas, de variância e de escolha do modelo para cada uma das características foram realizadas utilizando-se o *software* Statistical Analysis System. As estimativas de média e desvio padrão foram de $122,9 \pm 19,0$; $179,6 \pm 28,1$; $262,4 \pm 45,5$; $227,2 \pm 29,2$; $37,1 \pm 4,7$, respectivamente para as características de P120, P210, P450, PE450 e IPP. As herdabilidades para P120 foram de 0,24; 0,21 e 0,36, para h^2_d , h^2_m e h^2_t , respectivamente; para P210 foram de 0,29; 0,16 e 0,45, para h^2_d , h^2_m e h^2_t , respectivamente e para P450, PE450 e IPP, foram de 0,48; 0,49 e 0,22, respectivamente. As correlações genéticas entre os pesos variaram de 0,51 a 0,78, entre os pesos e PE450 variaram de 0,26 a 0,46, entre os pesos e a IPP foram baixas e negativas e entre PE450 e IPP foi nula. Em todas as características estudadas, os progressos genéticos foram superiores aos fenotípicos, com exceção à IPP. Os resultados de resposta à seleção variaram de 0,27 a 0,11 kg/ano; 0,49 a 0,20 kg/ano; 1,32 a 0,53 kg/ano; 0,08 a 0,03 cm/ano e 0,06 a 0,02 dias/ano para P120, P210, P450, PE450 e IPP, respectivamente. Portanto, todas as características estudadas podem ser utilizadas como critério de seleção, objetivando melhorar a produtividade.

Palavras-chave: Herdabilidades. Correlações. Nelore. Tendência genética. Resposta à seleção.

ABSTRACT

The objectives of this study were to estimate genetic parameters (heritabilities and correlations), non-genetic effects, genetic tendency and response to selection for growth (standardized weights at 120, 210 and 450 days) and reproductive traits (age at first calving and scrotal perimeter to 450 days) of Nelore males and females raised in Amazon region. Database consisted of 211,744 records of Nelore cattle, participants in the Genetic Improvement Program of Nelore (PMGRN Nelore-Brazil). The consistency of the data, descriptive analysis of variance and model selection for each trait were performed using Statistical Analysis System. The estimated mean and standard deviation were 122.9 ± 19.0 , 179.6 ± 28.1 , 262.4 ± 45.5 , 227.2 ± 29.2 , 37.1 ± 4.7 , respectively for P120, P210, P450, PE450 and IPP. The heritabilities for P120 were 0.24, 0.21 and 0.36 for h^2_d , h^2_m and h^2_t , respectively, for P210 were 0.29, 0.16 and 0.45 h^2_d , h^2_m e h^2_t , respectively and P450, PE450 and IPP, were 0.48, 0.49 and 0.22, respectively. The genetic correlations between weights ranged from 0.51 to 0.78, among PE450, and weights ranged from 0.26 to 0.46, among IPP and weights were low and negative, and between IPP and PE450 was null. In all traits, the genetic gains were higher than phenotypic, except for IPP. The results of response to selection ranged from 0.27 to 0.11 kg / year, from 0.49 to 0.20 kg / year, from 1.32 to 0.53 kg / year, from 0.08 to 0.03 cm / year and 0.06 to 0.02 days / year for P120, P210, P450, PE450 and IPP, respectively. Therefore, all traits can be used as selection criteria, in order to improve productivity.

Keywords: Heritability. Correlations. Nelore. Genetic tendency. Response to selection

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Porcentagem de animais no PMGRN–Nelore Brasil, em relação ao rebanho efetivo estadual.....	36
Figura 2 –	Representação gráfica das médias de pesos (dos 120 aos 450 dias) de animais Nelore dos Estados compreendidos na Amazônia Legal.....	37
Figura 3 –	Representação gráfica das médias da Idade ao Primeiro Parto de fêmeas da raça Nelore dos Estados compreendidos na Amazônia Legal.....	38
Figura 4 –	Representação gráfica das médias de Perímetro Escrotal de machos da raça Nelore dos Estados compreendidos na Amazônia Legal.....	39
Figura 5 –	Redução do ganho genético anual a partir de diferentes níveis de pressão de seleção.....	51
Figura 6 –	Tendência genética aditiva direta, materna e tendência fenotípica para peso aos 120 dias de idade, em animais da raça Nelore criados na Amazônia Legal.....	52
Figura 7 –	Tendência genética aditiva direta, materna e tendência fenotípica para peso aos 210 dias de idade, em animais da raça Nelore criados na Amazônia Legal.....	53
Figura 8 –	Tendência genética e fenotípica para peso aos 450 dias de idade, em animais da raça Nelore criados na Amazônia Legal	54
Figura 9 –	Tendência genética e fenotípica para Perímetro Escrotal aos 450 dias de idade, em animais da raça Nelore criados na Amazônia Legal.....	55
Figura 10 –	Tendência genética e fenotípica para Idade ao Primeiro Parto em animais da raça Nelore criados na Amazônia Legal.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Estados da Amazônia Legal (capital, extensão, municípios, número de habitantes e número de bovinos).....	19
Tabela 2 –	Médias das características por Classe de Idade da Vaca ao Parto (CIVP), para animais Nelore criados na Amazônia Legal.....	41
Tabela 3 –	Estatística descritiva (médias, desvios-padrão e valores mínimos e máximos) por sexo e no geral das características de crescimento e reprodução de animais Nelore criados na Amazônia Legal.....	42
Tabela 4 –	Estimativas dos componentes de variância e herdabilidades para peso aos 120 dias de idade (P120), peso aos 210 dias de idade (P210), peso aos 450 dias de idade (P450), perímetro escrotal aos 450 dias de idade (PE450) e idade ao primeiro parto (IPP) em rebanhos Nelore da Amazônia Legal.....	43
Tabela 5 –	Covariâncias genéticas obtidas por análise multicaracterística para peso aos 120 dias de idade (P120), peso aos 210 dias de idade (P210), peso aos 450 dias de idade (P450), perímetro escrotal aos 450 dias de idade (PE450) e idade ao primeiro parto (IPP) em rebanhos Nelore da Amazônia Legal.....	46
Tabela 6 –	Correlações genéticas estimadas por análise multicaracterística para peso aos 120 dias de idade (P120), peso aos 210 dias (P210), peso aos 450 dias (P450), perímetro escrotal aos 450 dias (PE450) e idade ao primeiro parto (IPP) em rebanhos Nelore da Amazônia Legal.....	47
Tabela 7 –	Estimativas anuais de resposta a seleção para as características de peso e reprodução em rebanhos Nelore da Amazônia Legal.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS

FAO - Food and Agriculture Organization

SUDAM – Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

ABCZ – Associação Brasileira de Criadores de Zebú

DEP – Diferença Esperada na Progênie

BLUP – Best Linear Unbiased Prediction ou Melhor Preditor Linear não Viesado

ANCP – Associação Nacional de Criadores e Pecuaristas

PMGRN – Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore

Pa – Peso à idade-padrão

GMD – Ganho de peso médio diário

da – dias compreendidos entre a pesagem anterior e a idade-padrão

NFO – Número da fazenda de origem

NFA – Número da fazenda atual

UF – Estado

SX – Sexo

ANO – Ano

Mês – Mês de nascimento

CIVP – Classe da idade da vaca ao parto

P120 – Peso aos 120 dias de idade

P210 - Peso aos 210 dias de idade

P450 - Peso aos 450 dias de idade

PE450 – Perímetro escrotal aos 450 dias

IPP – Idade ao primeiro parto

LOTE – lote de manejo

GC – Grupo contemporâneo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	13
2.1. GERAL	13
2.2. ESPECÍFICO	13
3. REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1. A REGIÃO DE ESTUDO – AMAZÔNIA LEGAL	14
3.2. A RAÇA NELORE	15
3.2.1. A pecuária na Amazônia	16
3.3. ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS	19
3.3.1. Importância	19
3.3.2. Herdabilidade e correlação	20
3.3.3. Métodos de estimação dos parâmetros genéticos	22
3.3.4. Estudos de parâmetros para características de crescimento na raça Nelore	23
3.3.5. Estudos de parâmetros para algumas características de eficiência reprodutiva na raça Nelore	25
3.4. RESPOSTA À SELEÇÃO	31
3.4.1. Definição e importância	31
3.5. TENDÊNCIAS GENÉTICAS E FENOTÍPICAS	32
4. MATERIAL E MÉTODOS	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
6. CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS	59

1. INTRODUÇÃO

Segundo cálculo da FAO, Órgão das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, o mundo precisará aumentar sua produção de carne bovina em 34% até 2030, com a finalidade de atender o crescimento da população. Nos dias atuais, a pecuária de corte no Brasil está passando por várias transformações, com o objetivo de aumentar a precocidade dos bovinos e, conseqüentemente, favorecer a rentabilidade do sistema. As fazendas tornaram-se verdadeiras empresas, nas quais contam com profissionais (veterinários, zootecnistas, engenheiros agrônomos, entre outros) e assessorias dos mesmos nas áreas de melhoramento genético, nutrição, sanidade, reprodução e manejo.

Até pouco tempo, o produtor de gado de corte, além de abater os animais em idades tardias e com pesos elevados, ofertava carne de baixa qualidade ao mercado, não percebendo o custo que isso representava para si próprio. Porém, atualmente a busca pela precocidade, tornou-se uma prioridade tanto no meio rural como no científico, incentivando pesquisadores a estudarem critérios de seleção que objetivem a obtenção de animais cada vez mais precoces, já que reduz o tempo de permanência dos animais nas fazendas, além de colocar um produto final de melhor qualidade para o mercado consumidor (SIQUEIRA et al., 2003).

Para planejar, orientar e executar um programa de melhoramento genético de bovinos, se faz necessário estimar parâmetros genéticos, utilizando-se dados desbalanceados, sujeitos às influências ambientais e de manejo (FREITAS, 2000). Os parâmetros são característicos de cada população e podem sofrer alterações, em consequência de seleção, mudanças no manejo, métodos e modelos de estimação, entre outras causas (YOKOO et al., 2007).

Os parâmetros genéticos constituem a ferramenta utilizada na obtenção de predições das respostas direta e correlacionada à seleção, do valor genético dos animais e na elaboração de índices de seleção (LIRA, et al., 2008).

Assim, o objetivo do presente estudo foi estimar os parâmetros genéticos, tendências genética e fenotípica e resposta à seleção para as características de crescimento (pesos padronizados aos P120, P210 e P450 dias de idade e características reprodutivas (PE450, IPP), incluídas na avaliação genética do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN – Nelore Brasil), a partir de dados provenientes da região da Amazônia Legal.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

- Estudar parâmetros genéticos, tendências e resposta à seleção para características de crescimento e reprodução de animais da raça Nelore criados na Amazônia Legal.

2.2. ESPECÍFICOS

- Estudar efeitos genéticos e não genéticos das características de crescimento e reprodutivas de machos e fêmeas da raça Nelore pertencentes ao PMGRN-Nelore Brasil;

- Estimar parâmetros genéticos (herdabilidades e correlações) das características de crescimento e precocidade sexual sob análise multicaracterística;

- Obter as tendências fenotípicas, genéticas e a resposta à seleção das características estudadas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A REGIÃO DE ESTUDO – AMAZÔNIA LEGAL

A Amazônia Legal, que engloba nove estados brasileiros pertencentes à Bacia Amazônica, foi criada pelo governo brasileiro com o intuito de melhor planejar o desenvolvimento social e econômico regional. A atual área de abrangência da Amazônia Legal corresponde à totalidade dos estados do Acre (AC), Amapá (AP), Amazonas (AM), Mato Grosso (MT), Pará (PA), Rondônia (RO), Roraima (RR) e Tocantins (TO) e parte do Estado do Maranhão (a oeste do meridiano de 44°), perfazendo uma superfície de aproximadamente 5.217.423 km² (SUDAM, 2010). Representa 59% do território brasileiro, distribuída por 775 municípios, com uma população de 23,6 milhões de habitantes em 2007 (IBGE, 2004; 2007).

O Bioma Amazônia ocupa 61% da Amazônia Legal, sendo o restante constituído de 24% de áreas de Bioma Cerrado e de transição, 15% de áreas antropizadas, compostas por 8% de pastagens cultivadas, 5% de vegetação secundária e 2% de agricultura (IBGE, 2007). A área desmatada na Amazônia Legal ultrapassou os 70 milhões de hectares em 2008 (INPE, 2009).

A Região Geomorfológica da Amazônia Legal apresenta um clima úmido, Megatérmico e Mesotérmico, tendendo para Megatérmico. Sob a influência da baixa latitude, as temperaturas mantêm-se elevadas durante todos os meses do ano e suas médias térmicas anuais são superiores a 22° C nas partes mais elevadas, setores norte e oeste, aumentando de norte para sul até 27° C, quando se aproxima do Equador, com pequena amplitude térmica anual. Devido a fatores geográficos (latitude e relevo) e a fatores dinâmicos, esta região possui altos níveis de eficiência térmica durante todo o ano, razão pela qual é caracterizada por clima Megatérmico, no setor oeste, e em parte do norte (altitude de mais de 800 m) o clima é Mesotérmico, tendendo para o Megatérmico (SUDAM, 2010).

Quanto ao regime pluviométrico, esta região apresenta-se normalmente entre 1.250 mm e 2.500 mm total anual, decrescendo de sudoeste para nordeste, estando sujeito a importantes flutuações. Levando-se em conta o regime de umidade, ou seja, os pequenos déficits hídricos e a duração destes períodos secos, foi constatado que neste clima quente e úmido, em quase toda sua extensão, à medida que se caminha de oeste para leste, o grau de umidade efetiva diminui. A umidade relativa do ar, média anual, situa-se entre 60% e 85%, aumentando da zona setentrional para a meridional (SUDAM, 2010).

3.2. A RAÇA NELORE

A raça Nelore é originária da Província de Madras, localizada no estado de Andras, ao sul da Índia, de onde foram embarcados os primeiros animais para o Brasil, os quais receberam a denominação de Ongole. Juntamente com as primeiras importações de gado Ongole da Índia vieram também animais de outras raças pertencentes ao grupo básico Misore, os quais se caracterizam por apresentar chifres alongados e pontiagudos e perfil convexo. O acasalamento desordenado dessas raças indianas, antigamente mal conhecidas pelos criadores, deu origem ao Nelore brasileiro (SANTIAGO, 1975).

Segundo Amaral (1986) a raça pertence ao grupo II por apresentar as seguintes características: gado branco ou cinza de chifres curtos, com cabeça em forma de ataúde, arcos orbitais não proeminentes e perfil ligeiramente convexo.

As importações de 1930 e especialmente, as de 1960 e 1963, foram decisivas para o início de seu espantoso crescimento no país (MAGNABOSCO et al., 1997). Com a última e mais importante importação dos anos 1960 e 1963, vieram apenas animais “puros”, Ongole ou Nelore, que acasalados com matrizes da mesma origem e com as nacionais imprimiram as características raciais presentes na raça Nelore atual (VOZZI, 2004).

Estima-se que o número de zebuínos importados da Índia não superou as 7.000 cabeças de animais. Seis reprodutores trazidos na última importação contribuíram significativamente com cerca de 20% dos genes na formação do rebanho Nelore nacional (MAGNABOSCO et al., 1997).

A década de 60 coincide, no Brasil, com a retomada do crescimento de nossa fronteira oeste, formada por grandes extensões de Cerrados, viabilizados agora pela introdução das brachiárias. A consolidação desse novo cenário Cerrados-brachiárias formou o ambiente adequado para que a raça Nelore prosperasse. O seu comportamento de gado andejo, de alto instinto de defesa própria e de defesa da cria, parindo regular e naturalmente bezerros medianos, saudáveis e que se locomovem imediatamente após o parto junto com o rebanho, determinou o crescimento da raça de forma natural e em uma escala geométrica, até atingir os índices que a raça apresenta. Outra vantagem da raça é apresentar a pele preta, rica em melanina, fator que funciona como protetor contra raios solares, de extrema importância para as regiões tropicais e intertropicais (ABCZ, 2000).

Por estimativas não ortodoxas pode-se inferir que a raça Nelore represente 80% da força produtiva da indústria da carne no país. Aliás, as características da raça como produtora de carne vêm apresentando índices de desempenho econômicos notáveis. Seguramente, mesmo naqueles nichos de mercado em que os cruzamentos têm apresentado bom crescimento, a raça Nelore tem papel fundamental, e se constitui, por excelência, em grande e inestimável patrimônio genético para a bovinocultura (ABCZ, 2000).

Pelo tamanho do seu efetivo e pela qualidade potencial de crescimento do rebanho nacional, certamente o Brasil se consolidará como o maior produtor mundial de carne bovina. Para tanto, a prioridade é dar precocidade ao material genético, melhorar a qualidade da carne produzida e obter desempenhos reprodutivos mais compatíveis com a moderna pecuária bovina (PEREIRA, 2008).

3.2.1 A pecuária na Amazônia

A pecuária da Amazônia tem sido o agronegócio mais estável das últimas quatro décadas e está alicerçada na variabilidade genética dos animais e forrageiras, nas satisfatórias condições edafoclimáticas e na demanda crescente dos mercados interno e externo (MONTEIRO et al., 2009).

As condições climáticas do trópico úmido, com temperaturas praticamente uniformes ao longo do ano e períodos secos relativamente menos severos e extensos do que outras regiões do país permitem que a pastagem seja a base alimentar da pecuária de corte durante o ano todo, tornando possível à produção do “boi verde”, forte componente para a conquista de mercados mais exigentes (DIAS-FILHO; ANDRADE, 2005).

Os ecossistemas naturais da Amazônia de florestas e pastagens nativas heterogêneas e a experiência acumulada com outras culturas têm mostrado que a monocultura na Amazônia aumenta os riscos dos empreendimentos e muitas vezes os inviabiliza. A pastagem não é uma exceção. A diversificação das forrageiras, em piquetes separados, é importante para assegurar a estabilidade aos sistemas pecuários (HOMMA, et al., 2006).

As gramíneas predominantes na Amazônia Legal são do gênero *Brachiaria*, as quais vegetam bem em solos pobres em nutrientes e mesmo quando bem manejadas com um mínimo de tecnologia, produzem uma boa quantidade de forragem em qualidade e quantidade de nutrientes durante todos os meses do ano. As braquiárias mais utilizadas na região são: *B.*

brizantha (marandú), *B. decumbens*, *B. humidícula*, *B. brizantha* (MG-4) e *B. brizantha* (MG-5). A grande capacidade que as braquiárias tem de retirar o dióxido de carbono da atmosfera, principalmente a *Brachiaria humidícula*, as torna poderosas combatentes do efeito estufa, o qual ameaça a vida do nosso Planeta.

Dentre as espécies de leguminosas normalmente recomendadas para a região Amazônica, devido suas condições edafoclimáticas destacam-se: amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*), guandu (*Cajanus cajan*), leucena (*Leucaena leucocephala*), puerária (*Pueraria phaseoloides*), centrosema (*Centrosema macrocarpum*), stylosantes (*Stylosanthes guianensis*) e calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) (MONTEIRO et al., 2009).

Com relação à escolha das forrageiras devem-se observar os principais aspectos: produtividade, valor nutritivo, agressividade, estabelecimento rápido, resistência ao pisoteio, resistência ao fogo, resistência à seca, resistência ao excesso de umidade no solo e resistência à praga e doenças. (HOMMA, et al., 2006)

Em razão do crescimento da atividade pecuária na região nos últimos anos e às condições conjunturais da pecuária e da agricultura no restante do país, seria seguro afirmar que, nos próximos 10 anos, as maiores taxas de crescimento do rebanho e da produção de carne bovina continuarão a ser registradas na Amazônia Legal. Essas perspectivas serão ainda mais reais se projetarmos os esforços conjuntos dos governos estaduais, produtores locais e do governo federal para tornar possível a erradicação da febre-aftosa em toda a Amazônia Legal nos próximos anos. Em função dessa perspectiva, é necessário que esse crescimento seja centrado em uma pecuária de alta produtividade, baseada em uma gestão predominantemente empresarial. Nesse contexto, para que essa meta seja alcançada, é necessário que o uso de técnicas de recuperação de pastagens seja economicamente mais atrativo do que a formação de novas áreas de pastagem, a partir do desmatamento de áreas de floresta primária demandado (DIAS-FILHO; ANDRADE, 2005).

Por algum tempo, a diminuição da produção nessas áreas degradadas era compensada com a abertura de novas áreas, por exemplo, as fronteiras agrícolas do Mato Grosso e Pará. Essa abertura reduziu diante da imposição de nova legislação ambiental que forçou os produtores a buscarem alternativas que têm por objetivo o aumento da produtividade no sistema de produção, sendo uma dessas alternativas o melhoramento genético do rebanho (MAGNABOSCO et al., 2009).

As mudanças climáticas globais são a maior preocupação da humanidade com relação ao aquecimento global. Nesse contexto, os desmatamentos e as queimadas na Amazônia, com reflexos mundiais, constituem exemplos da irresponsabilidade brasileira, onde o argumento de

que se outros já o fizeram no passado poder-se-ia repetir o mesmo erro, constitui o maior receio dos países desenvolvidos. No caso da Amazônia, a preocupação refere-se também à destruição da biodiversidade decorrente dos desmatamentos, para, simplesmente, vender a madeira, obter 1,5 mil kg de arroz ou milho e quatorze toneladas de raiz de mandioca e 600 kg de feijão, no máximo, em duas safras, para serem convertidas em pastagens para durar nos próximos dez anos, transformando em juqueira ou em lavouras mecanizadas de grãos, numa contínua “sustentabilidade” parcial (HOMMA, 2005).

Devido à pressão existente na região, a utilização do melhoramento genético, juntamente com o aumento do uso de tecnologias no manejo das pastagens, contribui para a produção de animais mais precoces, evitando desmatar mais áreas para a criação de bovinos.

A produção animal resulta da ação conjunta das forças de origens genética e ambiental. Altos níveis de produção só podem ser alcançados melhorando simultaneamente a composição genética dos animais e as condições ambientais da criação. A composição genética é a base para o estabelecimento de programas de melhoramento e é o fator que limita a capacidade de resposta dos animais aos processos seletivos. É indispensável procurar compatibilizar o potencial genético com as condições ambientais da exploração animal (FARIA, 2006).

Quando se avalia um grupo de genótipos em vários ambientes, deve-se considerar um efeito adicional na expressão do valor fenotípico dado pela interação genótipos x ambientes. É dito existir interação entre genótipo e ambiente toda vez que a expressão de determinado genótipo for dependente do ambiente onde ele é avaliado (CRUZ, 2005).

A pluviosidade, os diferentes tipos de solo disponíveis, o clima, o manejo, a qualidade e a quantidade das pastagens são as principais causas de variações entre regiões e fazendas.

Na Tabela 1 são observados os dados sobre os Estados da Amazônia Legal.

Tabela 1. Estados da Amazônia Legal (capital, extensão, municípios, número de habitantes e número de bovinos).

Estado	Capital	Extensão (km²)	Municípios	Nº habitantes	Nºbovinos(cab.)
PA	Belém	1.247.689,515	143	7.581.051	13.354.858
AC	Rio Branco	152.581,388	22	733.559	1.721.660
RO	Porto Velho	237.576,167	52	1.503.928	8.490.822
TO	Palmas	227.620,914	139	1.292.051	6.076.249
MA	São Luís	331.983,293	217	6.367.138	5.592.007
MT	Cuiabá	903.357, 908	141	3.001.692	19.807.559
AM	Manaus	1.559.161,682	62	3.483.985	1.350.816

Fonte: SUDAM, 2010 (Adaptado)

3.3. ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS

2.3.1. Importância

A meta do melhoramento genético é a mudança da composição genética dos animais, através da identificação e multiplicação dos melhores genótipos. No que se refere às características de crescimento, observa-se uma variação ampla nos pesos e ganhos em peso às várias idades entre os animais de uma população. O interesse é medir o quanto dessa variação é de natureza genética (herdabilidade – h^2) ou quanto das características é afetado pelos mesmos genes (correlação genética). Estes dois parâmetros, herdabilidade e correlação genética, determinam o esquema de seleção a ser adotado (PEREIRA, 2008).

A estimação de parâmetros genéticos tem como finalidade principal, auxiliar os criadores na busca da melhor ferramenta para selecionar animais mais precoces, tanto em crescimento, velocidade de ganho de peso, temperamento, quanto sexualmente, visando aumentar a produtividade, a rentabilidade e diminuir os custos.

O sucesso de um programa de melhoramento animal está relacionado com a escolha de critérios de seleção que condizem com o objetivo a que se pretende alcançar (EUCLIDES FILHO, 1999). Por serem determinantes da quantidade de produto final por animal em gado de corte e também por serem mais fáceis de obter e analisar, a grande maioria, ou talvez

mesmo a totalidade, dos programas de melhoramento de gado de corte no Brasil inclui, entre as características avaliadas, pesos em idades padrão ou ganhos de peso entre essas idades (EUCLIDES FILHO, 1999). Estas características, além de apresentarem variabilidade genética que possibilite consideráveis ganhos por seleção – visto os valores de herdabilidade moderados a altos (GARNERO et al., 2001; SIQUEIRA et al., 2003; ALBUQUERQUE; YOKOO et al., 2007; EL FARO, 2008) – apresentam também considerável correlação com outras características de importância econômica.

Segundo MacManus et al. (2002), o processo de seleção têm como objetivo a obtenção do genótipo bovino adequado ao sistema de produção de ciclo curto, sem aumentar as exigências nutricionais, alterando as curvas de crescimento corporal e de desenvolvimento/maturação sexual, mantendo ou reduzindo o tamanho adulto, a necessidade de manança e a idade de terminação ou acabamento de carcaças.

2.3.2. Herdabilidade e Correlação

A herdabilidade é também conhecida como heritabilidade, hereditabilidade ou coeficiente de herança. O conhecimento da herdabilidade é de fundamental importância para a definição dos métodos de melhoramento genético mais adequados. A herdabilidade no sentido restrito (h^2_r) representa a fração das diferenças fenotípicas que é transmitida aos filhos. Portanto, a herdabilidade corresponde à proporção da variação total que é de natureza genética. Pode variar de 0,0 a 1,0 ou 0 a 100%. Em geral, quando a herdabilidade varia de 0,0 a 0,1 é considerada baixa; de 0,1 a 0,3 média e acima de 0,3 é alta. Quando a herdabilidade é baixa significa que grande parte da variação da característica é devida às diferenças ambientes entre os indivíduos; quando alta, significa que diferenças genéticas entre os indivíduos são responsáveis, em grande parte, pela variação na característica. Quando é alta significa, também, que é alta a correlação entre o genótipo e fenótipo do indivíduo, e, portanto, a observação do fenótipo constitui indicação segura do valor genético do indivíduo. Quando é baixa, significa que a correlação entre o genótipo e o fenótipo é pequena. Neste caso, deve-se lançar mão de outros recursos capazes de identificar os melhores genótipos (PEREIRA, 2008).

Os pesos corpóreos são influenciados por um componente genotípico que inclui a variância genética aditiva e não aditiva dos genes e um componente ambiental, regulado pela

influência temporária ou permanente do meio ambiente (RIBEIRO et al., 2001). Conhecer e quantificar a influência materna, o sentido e a magnitude da correlação entre efeitos genético direto e materno sobre caracteres corporais da progênie em bovinos de corte é de suma importância no delineamento de programas efetivos de melhoramento, pois, permitem obter estimativas de herdabilidades não viciadas para aquelas características (FERRAZ FILHO, 2001).

A correlação, que pode ser diretamente mensurada a partir de medidas de dois caracteres em certo número de indivíduos da população, é a fenotípica. Esta correlação tem causas genéticas e ambientais, porém só as genéticas envolvem uma associação de natureza herdável, podendo, por conseguinte, ser utilizada na orientação de programas de melhoramento. Assim, em estudos genéticos é indispensável distinguir e quantificar o grau de associação genética e ambiental entre os caracteres (CRUZ; REGAZZI, 1997).

As correlações genéticas entre duas características mostram a extensão em que os mesmos genes afetam a expressão das mesmas, medem a probabilidade de duas características diferentes serem afetadas pelos mesmos genes, ou seja, é a correlação entre o valor gênico de duas características. A pleiotropia tem sido a causa desta correlação. A pleiotropia define o processo em que um mesmo gene pode afetar duas ou mais características. Embora a pleiotropia seja a causa principal da correlação genética, é possível que, na complexidade genética que é o genótipo do animal, existam genes agindo favoravelmente (sinergisticamente) e outros antagonicamente sobre duas características. Se isto ocorre, mesmo havendo pleiotropia, não haverá correlação genética se os dois efeitos se anularem (PEREIRA, 2008).

Outra possível causa da correlação genética é a ligação de genes (“linkage”) que influenciam duas características. A contribuição de ligação de genes tende a decrescer em cada geração, à medida que essas correlações são quebradas pelo “crossing-over”. Esta taxa de quebra de ligação entre os genes está relacionada com a distância entre eles. Segundo Falconer (1981), as ligações gênicas são causas transitórias.

A consequência da correlação genética, do ponto de vista de melhoramento genético, é que se duas características economicamente importantes mostram uma correlação altamente positiva, a ênfase na seleção deverá ser apenas numa, para o melhoramento em ambas, reduzindo, desse modo, o número de características a serem selecionadas. Se as características não mostram nenhuma correlação, a seleção de uma não afetará a outra; e se estão negativamente correlacionadas, a seleção para a melhoria de uma poderá não ser vantajosa, em virtude da redução na segunda (PEREIRA, 2008). O conhecimento da associação entre

caracteres é de grande importância nos trabalhos de melhoramento, principalmente se a seleção em um deles apresenta dificuldades, em razão da baixa herdabilidade e, ou, tenha problema de medição e identificação (CRUZ; REGAZZI, 1997).

3.3.3. Modelos Mistos para Estimação de Parâmetros Genéticos

Os parâmetros genéticos constituem a ferramenta utilizada na obtenção de predições das respostas direta e correlacionada à seleção, do valor genético dos animais e na elaboração de índices de seleção (LIRA; ROSA; GARNERO, 2008).

Os programas de melhoramento genético das diversas raças, juntamente com as ações de outras áreas envolvidas nos sistemas de produção, assumem papel relevante no incremento da produtividade da bovinocultura de corte brasileira. A limitação na identificação dos melhores animais para reprodução reside no fato de que o mérito genético não é mensurável diretamente, portanto deve ser predito. A Diferença Esperada na Progenie (DEP) representa a metade do valor genético obtido nas avaliações genéticas. Ela é usada para comparar os méritos genéticos de animais em várias características e prever a habilidade de transmissão genética do animal avaliado como progenitor (LÔBO et al., 2003).

A metodologia dos Modelos Mistos possibilita a obtenção do *BLUP* (*Best Linear Unbiased Prediction* ou Melhor Preditor Linear não Viesado) das Diferenças Esperadas na Progenie (DEPs). Assim, o BLUP possibilita uma predição da DEP de um animal, para determinada característica, obtida da forma mais correta, utilizando toda a informação disponível e, por isso, com maior certeza ou confiança (LÔBO et al., 2004).

Segundo Lôbo et al. (2004) a metodologia dos modelos mistos apresenta as seguintes características:

- 1) Equação para cada indivíduo avaliado e cada grupo de contemporâneos;
- 2) Formação de uma matriz de parentesco, a qual conecta os grupos de contemporâneos por meio dos genes comuns entre touros e vacas, permitindo que animais jovens e velhos sejam comparados, mesmo pertencentes a gerações diferentes. A matriz de parentesco é um componente primordial das atuais técnicas avançadas de avaliação genética;
- 3) A equação para grupo de contemporâneos considera as diferenças de desempenho não genéticas entre grupos, levando a predição de DEPs mais acuradas;

4) A solução das equações permite estimar efeitos fixos, prever valores genéticos e o ganho genético para cada critério de seleção.

Segundo Tonhati et al. (2003), o resultado final da exploração de bovinos de corte depende de várias características; assim, normalmente é necessário que se trabalhe a seleção em várias direções, a fim de se melhorar o desempenho geral dos rebanhos. O aprimoramento das técnicas de avaliação genética tem gerado maior número de informações, disponibilizando DEPs para diferentes características, o que tem dificultado o processo de tomada de decisão na seleção.

3.3.4. Estudos de parâmetros para características de crescimento na raça Nelore

A produção de carne de forma eficiente é o principal objetivo das criações domésticas de bovinos de corte. Assim, o estudo detalhado das fases de ganho de peso mostra como as condições genéticas e de manejo podem influenciar a produção desses animais (PANETO et al., 2002).

O cálculo dos ganhos de peso nas fases pré e pós-desmama auxilia o processo seletivo dos animais, pois demonstra o potencial de velocidade em ganho de peso, e também possibilita a escolha de animais mais precoces. O ganho de peso pré-desmame é fortemente influenciado pela habilidade materna da vaca, enquanto o ganho de peso pós-desmame representa o potencial individual de crescimento, porém, com influência ambiental considerável (MARCONDES, 1999).

Segundo Perotto (2000), o crescimento na fase compreendida entre o nascimento e a desmama de um bezerro é influenciado não apenas pelo seu genótipo, como também pelo ambiente proporcionado pela mãe. O ambiente materno é estritamente ambiental em relação ao bezerro, porém diferenças entre mães para este efeito são determinadas por fatores genéticos e do meio. Como o bezerro recebe a metade de seus genes da mãe e a outra metade do touro, o resultado é que a mãe influencia o crescimento de seus filhos de duas maneiras: uma por meio dos genes que transmite e outra pelo ambiente materno que proporciona.

Segundo Meyer et al. (1994), a quantidade e a qualidade do colostro e do leite fornecidos diretamente pela mãe é o mais importante efeito materno e, conforme Fries e Albuquerque (1998), além desse fornecimento, a mãe, tem uma eficácia na definição dos

macro e micro ambientes que circundam o seu produto porque ele tende a acompanhá-la e, portanto, as decisões dela em vasculhar os pontos do ambiente irão afetá-lo.

A mãe participa também no processo de aprendizagem ensinando o seu produto a se defender e a procurar água e alimento, criando uma relação de dependência cria-mãe. Esta dependência vai, no entanto, diminuindo com o passar do tempo, cessando no momento da desmama, quando são interrompidos os laços maternos com a prole. Em bovinos de corte, isto ocorre, na maioria das vezes, por volta dos 205 dias de idade. Assim, as etapas do desenvolvimento de um animal, principalmente até o desmame, além de influenciada pelo seu próprio genótipo (efeito genético direto), também sofrem influência do genótipo de sua mãe (efeito genético materno) e do ambiente que incide nos dois genótipos (HOHENBOKEN; BRINKS, 1971).

O peso aos 120 dias é utilizado na avaliação da habilidade maternal e do crescimento pré-desmama do bezerro, sendo uma das características mais utilizadas como característica-base, em análises bi-caráter, por minimizar os efeitos de descartes posteriores à desmama (GARNERO et al., 2010).

O peso à desmama retrata, em parte, a capacidade materna da vaca, notadamente sua produção leiteira. Este é o argumento mais comumente encontrado para justificar a seleção para peso à desmama, além de sua correlação com peso às idades ulteriores. Dentro das limitações de informações sobre a produção de leite, em raças zebus, este argumento é duvidoso, porque algumas raças, como a Nelore, por exemplo, são reconhecidamente deficientes em termos de produção de leite, apesar do peso à desmama ser superior ao de outras raças com maior potencialidade leiteira. Devido aos conhecimentos atuais é recomendável proceder à primeira seleção nesta idade (PEREIRA, 2008).

O peso ao sobreano, assim como o peso ao ano, também expressam a habilidade do animal em ganhar peso no período pós-desmama. Existe tendência de redução da idade do peso ao sobreano, com a finalidade de intensificar o processo de seleção, procurando selecionar animais que atinjam pesos desejados com a maior precocidade produtiva possível (PEREIRA, 2008).

Boligon et al. (2008), utilizando dados de 14.918 animais da raça Nelore nascidos entre 1991 e 2000, provenientes de rebanhos localizados nas regiões Sul e Sudeste do País, estimaram componentes de co-variância, herdabilidade e correlações genéticas de peso ao desmame (PD) e peso ao sobreano (PS), entre outras características estudadas. Observaram médias de peso à desmama e ao sobreano iguais a $178,42 \pm 28,96$ kg e $269,84 \pm 52,25$ kg para machos e fêmeas. As herdabilidades estimadas para PD e PS, foram de 0,26 e 0,34,

respectivamente. As estimativas de correlação genética foram negativas, embora de menor magnitude.

Garnero et al. (2001), utilizando animais da raça Nelore, criados nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste, obtiveram estimativas de parâmetros genéticos para pesos aos 120, 240 e 550 dias (P120, P240 e P550), para número de dias para ganhar 160 kg até a desmama (D160), para dias para ganhar mais 240 kg entre o desmame e o ponto final (D240) e idade ao primeiro parto (IPP). Para os pesos estudados foram relatadas médias iguais a 121, 191 e 309 kg. As herdabilidades diretas foram 0,26 para P120 e P240; 0,52 para P550. As herdabilidades maternas variaram de 0,01 a 0,07 para as características de crescimento. As correlações foram de mediana a baixa magnitude (variaram de -0,05 a 0,28). Os pesos constituem o melhor critério de seleção, baseando-se nas estimativas de herdabilidade, em comparação a dias para atingir um determinado peso.

3.3.5. Estudos de parâmetros para algumas características de eficiência reprodutiva de machos e fêmeas da raça Nelore

Os processos seletivos em pecuária de corte tropical, especialmente em bovinos *Bos indicus*, têm sido dedicados principalmente ao desenvolvimento ponderal, porém recentemente, a atenção tem se voltado também para as características reprodutivas (FERRAZ; ELER, 2007).

A redução nas margens de lucro na cadeia produtiva da carne tem levado à busca de maior eficiência. Neste contexto, as características reprodutivas vêm se destacando nos programas de melhoramento genético, pois fertilidade e precocidade sexual são componentes importantes no aumento da produtividade. Segundo Schwengber et al. (2001), deve-se buscar o equilíbrio entre os fatores que determinam a fertilidade, pois essa, aliada à precocidade, eleva a taxa de nascimentos no rebanho, auxiliando no processo de seleção, bem como aumentando o desfrute, resultando em maior rentabilidade.

O desempenho reprodutivo dos rebanhos é um dos principais fatores determinantes da eficiência total de produção da bovinocultura de corte, devendo, de acordo com Alencar et al. (1993), ser considerado nos programas de melhoramento genético. Esses mesmos autores sugerem a fertilidade dos machos como critério de seleção alternativo para aumentar a taxa de

natalidade imediata e permanente, uma vez que a baixa herdabilidade das características de fertilidade das fêmeas aliada à baixa intensidade de seleção, normalmente aplicada a esse sexo, resulta em baixo progresso genético esperado (PANETO et al., 2002).

O reconhecimento, praticamente consensual, de que as características de eficiência reprodutiva apresentam herdabilidades de moderadas a baixas e que, portanto, não oferecem possibilidades concretas de obtenção de progressos genéticos pela seleção massal, tem estimulado os pesquisadores a buscarem novas opções para seu melhoramento (PEREIRA, 2008)

O perímetro escrotal é um indicador de algumas características genéticas de interesse econômico, incluindo ganho de peso e fertilidade de machos e fêmeas. No Brasil, segundo Pinto (1987), no final da década de 70 iniciaram-se os primeiros estudos sobre perímetro escrotal. Por ser uma característica de fácil obtenção e a magnitude do coeficiente de herdabilidade ser relativamente alta (30-40%), possibilita a seleção. Ambas as características, ganho de peso e ganho de perímetro escrotal, estão relacionadas aos objetivos de seleção na maioria dos programas de melhoramento de bovinos de corte, sendo importantes critérios a serem avaliados para permitir escolhas mais adequadas (PANETO et al., 2002).

Na raça Nelore, encontrou-se substancial associação genética entre o perímetro escrotal e características do sêmen (vigor, 0,89; defeitos maiores, -0,50; menores, -0,86 e totais, -0,52), e correlações favoráveis, porém moderadas, entre o perímetro escrotal e o volume do ejaculado (0,10) e entre o perímetro escrotal e a motilidade (0,13) (QUIRINO, 1999).

O perímetro escrotal está favorável e geneticamente associado à idade ao primeiro serviço (-0,32), a data do primeiro (-0,19) e do segundo (-0,27) partos, à fertilidade (0,59) e ao intervalo entre partos (-0,21) (NOTTER; MC FADDEN; BERGMANN, 1993).

Segundo Bergmann (1999), a seleção para aumento do perímetro escrotal economicamente não traz benefícios diretos. Busca-se, contudo, com esta seleção, animais mais precoces sexualmente e mais férteis, com maior quantidade e qualidade espermática.

Caso o objetivo da seleção seja a redução da idade à puberdade, a avaliação do perímetro testicular em touros deverá ser feita antes dos 24 meses de idade por ser esse o período que antecede, ou coincide, com o início de sua atividade reprodutiva (PIMENTEL et al., 1984).

Sabe-se que os testículos crescem segundo uma curva sigmóide, com fase inicial mais lenta, seguida de um pico que coincide com a puberdade, havendo posteriormente um crescimento mais lento (BERGMANN et al., 1996).

Gressler (1998), concluiu que aos 18 meses de idade, a maioria dos machos já estaria em período pós-púbere e a seleção para maiores circunferências escrotais nesta idade estaria associada a maiores pesos corporais e, possivelmente, à maior precocidade reprodutiva em ambientes tropicais, porém Bergmann (1999) ressalta que existem evidências na literatura de que a puberdade de machos Nelore, em condições nutricionais adequadas, ocorra próximo ao primeiro ano de idade.

Bergmann et al. (1996) estimaram a herdabilidade do perímetro escrotal (PE) e do peso corporal aos 12 e 18 meses de idade e as correlações genéticas entre estas características em animais da raça Nelore, nascidos nos anos de 1991 e 1992. Os pesos aos 12 e aos 18 meses de idade foram obtidos por interpolações e os PE nestas mesmas idades foram tomados, respectivamente, entre 275 e 455 dias de idade e entre 456 e 635 dias de idade. Médias de Pesos e PE e desvios padrão foram 249 ± 31 kg, 363 ± 41 kg, 22 ± 3 cm e 27 ± 3 cm, respectivamente, aos 12 e 18 meses de idade. Na mesma sequência, estimativas de herdabilidade e erros padrão foram $0,32 \pm 0,05$, $0,42 \pm 0,06$, $0,47 \pm 0,07$ e $0,74 \pm 0,06$. Correlações genéticas entre PE e pesos foram altas (de 0,46 até 0,52), assim como foram altas as correlações genéticas entre os dois pesos (0,68) e entre os dois PE (0,76). Resultados sugerem que a seleção para PE seria mais efetiva quando praticada aos 18 meses de idade, tanto em termos de resposta direta à seleção como em termos de resposta correlacionada no peso corporal.

Em um trabalho relatado por Silveira et al. (2004), no qual os dados utilizados referem-se a um rebanho de bovinos da raça Nelore, pertencentes à Fazenda Califórnia, localizada no município de Água Clara, na região nordeste do Estado do Mato Grosso do Sul. A característica PE18, referente a 549 machos, apresentou valor médio de 26,4 cm, ligeiramente inferior ao relatado por Bergmann et al., (1996), de 3 cm. Com exceção da ordem do parto, todos os efeitos influenciaram significativamente ($P < 0,001$). O que poderia explicar esse resultado, em parte, seriam os fatores ambientais e nutricionais. A estimativa de herdabilidade para PE18 foi de 0,39, sendo considerada de média à elevada magnitude. Para as correlações genéticas entre PE18 do filho e as características reprodutivas da mãe, observaram-se somente estimativas negativas, sendo que a relacionada com DP (dias de parto) foi a mais alta (-0,46). Este resultado significa que seleção no macho para PE18 deve melhorar também características reprodutivas nas fêmeas.

Em trabalhos publicados com a característica perímetro escrotal aos 18 meses por Pereira, Eler e Ferraz (2000) e Pereira et al. (2001), foram apresentados os seguintes valores mínimos e máximos de: $28,3 \pm 3,2$ cm e $25,2 \pm 3,5$ cm, respectivamente. No trabalho relatado

por Pereira et al. (2001), os dados foram oriundos de 15 fazendas situadas nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás, todas pertencentes ao programa de melhoramento genético da Agropecuária CFM Ltda. Os arquivos de análise possuíam registros de características produtivas e reprodutivas de animais da raça Nelore nascidos entre 1971 e 1998. O valor de herdabilidade para PE (0,46) está dentro da faixa de valores encontrada na literatura para a raça Nelore, de 0,31 (GRESSLER et al., 1998) a 0,77 (QUIRINO; BERGMANN, 1998).

A baixa eficiência do rebanho bovino assume particular importância em regiões de clima tropical e subtropical visto que nestas a espécie *Bos indicus* representa a maior parte da população bovina. Neste contexto, a eficiência reprodutiva das fêmeas torna-se primordial, considerando-se que todo criador de bovinos de corte objetiva que cada uma de suas matrizes produza um bezerro saudável a cada ano, na tentativa de alcançar maior produtividade, competitividade e eficiência, otimizando a produção (AZEVEDO et al., 2006).

As metodologias de análise de características reprodutivas medidas diretamente na fêmea tiveram desenvolvimento mais lento e têm sido até agora, pouco exploradas em termos práticos, segundo Ferraz e Eler (2007), principalmente por:

- 1) o conceito “pré-estabelecido” de que características reprodutivas são de baixa herdabilidade e por isto de difícil mudança genética;
- 2) ineficiência na coleta de dados reprodutivos, não permitindo o estabelecimento confiável do mérito genético dos animais para tais características;
- 3) natureza categórica de limiar das características mais importantes (sim ou não), demandando procedimentos analíticos especiais só desenvolvidos mais recentemente. Esses procedimentos são mais complexos do que aqueles utilizados para características representadas por variáveis contínuas, como as de desempenho ponderal, por exemplo.

A idade à puberdade nas fêmeas tem sido considerada como a idade na qual o animal ovula pela primeira vez como manifestação do estro (NOTTER, 1995). Isto é de difícil avaliação a campo, pois necessita da observação do primeiro cio fértil, por meio de palpação ou ultra-sonografia, ou estudos hormonais para quantificar os níveis de progesterona. Na prática, uma maneira de verificar a ocorrência do primeiro cio fértil é colocar as novilhas com touros após os 12 meses de idade, independente do peso das mesmas (LÔBO et al., 1996). A idade à puberdade normalmente é verificada a campo indiretamente pela idade ao primeiro parto (MERCADANTE, 1995; LÔBO et al., 1996).

As mudanças morfofisiológicas que as vacas sofrem ao longo de suas vidas são responsáveis pela variação dos pesos dos seus produtos, principalmente devido a alterações do

meio materno nas fases pré-natal e de aleitamento. No que se refere à influência da idade da mãe, sabe-se que novilhas ainda em crescimento produzem crias mais leves, devido ao menor desenvolvimento dos órgãos reprodutores e menor irrigação do útero, com possível competição entre feto e mãe em relação aos nutrientes (MARIANTE et al., 1985).

A idade ao primeiro parto é reflexo direto da taxa de crescimento, a qual depende da qualidade e quantidade das forragens (PEREIRA, 2008). Na raça Nelore, principal raça zebuína criada no Brasil há grande variabilidade na Idade ao Primeiro Parto (IPP) em diferentes rebanhos (AZEVEDO et al., 2006).

Na realidade, esta característica depende, em grande parte, de fatores ambientais, principalmente nutrição e manejo reprodutivo. Quanto à nutrição, deve-se salientar que um dos principais motivos para o aparecimento tardio da puberdade nos rebanhos zebuínos no Brasil é a estacionalidade da produção de forragens, associada à ausência de suplementação alimentar na primeira estação seca após o desmame, quando a fêmea ainda está em crescimento. Este fator deve ser observado com maior cuidado em rebanhos da região Norte e Nordeste do Brasil, em virtude das peculiaridades edafoclimáticas dessas regiões. Quanto ao manejo reprodutivo é importante observar a opção, dos criadores, da época de entrada das novilhas em reprodução considerando apenas o peso ideal, em detrimento da idade, o que pode contribuir para que a média de IPP continue alta (AZEVEDO et al., 2006).

Em um trabalho publicado por Boligon et al. (2008) com objetivo de estimar parâmetros genéticos e estudar a utilização de diferentes efeitos em avaliações genéticas para idade ao primeiro parto (IPP) por diferentes modelos, foram utilizados registros de IPP de animais da raça Nelore, nascidos entre os anos de 1990 e 2005. A média para IPP obtida neste trabalho foi de 36,52 meses, estando próxima às relatadas por Pereira et al. (2000), Gunski et al. (2001), Dias et al. (2004) e Boligon et al. (2007), as quais foram de 35,67; 36,00; 34,6 e 36,21 meses, respectivamente, para fêmeas da raça Nelore. As herdabilidades estimadas para IPP nos diferentes modelos foram consideradas baixas (0,14 a 0,15), podendo ser explicadas, em parte, devido a uma porção da variação existente na característica não ser estimada, pois somente as fêmeas que pariram são consideradas nas análises. Estimativas de herdabilidade de baixa magnitude também foram relatadas por Dias et al. (2004), as quais variaram de 0,08 a 0,16, para diferentes modelos analisados. Por outro lado, Lôbo et al. (2000), trabalhando com 34.037 fêmeas, relataram IPP médias de 40,20 meses.

Azevêdo et al. (2006) relataram estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características reprodutivas de fêmeas de rebanhos das regiões Norte e Nordeste do Brasil. As médias observadas para IPP foram $45,14 \pm 10,83$ meses. As estimativas de herdabilidade para

IPP foram $0,21 \pm 0,05$. Os resultados sugeriram que, apesar da pequena variabilidade genética para a maioria das características, a IPP, deveria ser incluída em programas de seleção.

Biffani et al. (2000), também trabalhando com animais da raça Nelore relataram média de 47 meses, o que deixa explícita a baixa eficiência reprodutiva quando fatores ambientais, principalmente nutrição e manejo não são bem controlados.

Pode-se inferir, portanto, que a redução da IPP na raça Nelore em rebanhos do Norte e Nordeste do Brasil, por meio da seleção, poderia trazer benefícios econômicos de forma mais gradual que as alterações de manejo, porém com tendência a ser duradoura, se proporcionado manejo mínimo adequado para fêmeas de recria. Desta forma, os ciclos reprodutivos se iniciariam mais cedo, acarretando maior longevidade em decorrência da precocidade e, como consequência, cada fêmea teria maior número de ciclos produtivos ao longo de sua vida, o que permitiria maior retorno do valor investido em manutenção no rebanho de cria (AZEVEDO et al., 2006).

Por apresentarem baixa herdabilidade e serem de difícil mensuração, a seleção para precocidade sexual nas fêmeas não é simples. Além disso, alguns produtores atrasam a entrada das fêmeas na reprodução, determinando uma idade ou um peso para que estas iniciem sua vida reprodutiva (DIAS et al., 2004). Outro fator importante é a utilização de estações de acasalamento de curta duração. Esses fatores ambientais são difíceis de serem considerados nas análises, devido, principalmente, à falta dessas informações nos bancos de dados zootécnicos. Diante disso, Mercadante et al. (2000) sugeriram a necessidade do estudo de modelos que considerem o maior número de efeitos que influenciam a IPP com o objetivo de se reduzirem erros nos resultados das avaliações genéticas de reprodutores, promovendo resultados mais rápidos na seleção dos rebanhos.

3.4. RESPOSTA À SELEÇÃO

3.4.1. Definição e Importância

De acordo com Pereira (2008), a resposta à seleção é o acréscimo esperado na média dos descendentes dos genótipos selecionados, isto é, o efeito observável da seleção e a mudança na média fenotípica do rebanho, sendo esta resposta a seleção medida por meio do ganho genético. O conhecimento dos fatores que podem interferir no processo de seleção, como tamanho efetivo, intervalo de gerações e variabilidade genética é imprescindível para que os programas de melhoramento genético sejam viáveis (MALHADO et al., 2005).

O Progresso Genético reflete o grau de acerto do criador na seleção dos animais do seu rebanho e sua eficiência no emprego de touros geneticamente superiores. A seleção bem conduzida pode produzir, em determinadas características, mudanças genéticas da ordem de 1% ao ano ou mais, cifra que significa uma meta a ser atingida na prática. (Sumário ANCP, 2009).

Quando selecionamos uma característica, a resposta na progênie para essa característica denomina-se “resposta direta”, ao passo que a resposta obtida em outras características denomina-se “resposta correlacionada”. Portanto, resposta correlacionada à seleção é definida como a mudança no mérito genético de uma característica (Y), quando a seleção é praticada em outra característica (X). Enquanto a resposta direta depende da herdabilidade da característica, da intensidade de seleção e da variabilidade da característica na população. A resposta correlacionada depende também da correlação genética entre as características (LOPES, 2005).

O resultado líquido da seleção deve ser a mudança na média da população. A resposta à seleção, portanto, é a diferença entre o valor fenotípico médio dos descendentes dos pais selecionados e a média da geração paterna antes da seleção (PEREIRA, 2008).

A resposta à seleção é medida por meio do ganho genético (ΔG) que, por sua vez, é uma função do diferencial de seleção (S) e da herdabilidade da característica (h^2).

Portanto, $\Delta G = S \times h^2$

O diferencial de seleção mede a diferença entre os indivíduos selecionados para pais da próxima geração (P_s) e a média de toda a população (P).

Pode-se então reescrever que: $\Delta G = (P_s - P) \times h^2$

A rapidez com que os ganhos genéticos são passados às gerações sucessoras é aspecto de grande importância nos programas de seleção e isto constitui o intervalo médio de gerações. Este mede a idade média dos pais à época de nascimento de seus filhos. Assim como o diferencial de seleção nas fêmeas pode ser diferente do diferencial de machos, o intervalo de gerações também pode ser diferente em ambos os sexos. Portanto, são três os fatores que afetam o ganho genético anual: diferencial de seleção, herdabilidade da característica e intervalo de gerações (PEREIRA, 2008).

No Sumário da ANCP 2009, a evolução genética para touros e matrizes da raça Nelore foi expressa como a média dos valores genéticos por ano de nascimento dos animais. Neste sumário, foram analisados 438 rebanhos, dos quais 236 dispunham de dados no período considerado para a determinação do Progresso Genético e que 180 desses, 76% apresentaram mudança genética positiva. As mudanças genéticas para os 236 rebanhos avaliados retrataram a melhoria genética nos valores das características avaliadas no período de 2001 a 2007. Essas mudanças são relevantes para a maioria das características, principalmente quando se leva em consideração que o Programa Nelore Brasil está em franca expansão.

3.5. TENDÊNCIAS GENÉTICAS E FENOTÍPICAS

É fundamental que, paralelamente à evolução fenotípica de uma população, seja em raça pura ou produto de cruzamento, esta população evolua também geneticamente, caso contrário, o avanço fenotípico será limitado. Desta forma, se não houver progresso genético, não ocorrerá progresso fenotípico (FERNANDES et al., 2002).

Como o progresso genético para características de desempenho, as mesmas dependem do ganho genético obtido através da seleção, tornando-se determinante a avaliação periódica da eficiência do programa de melhoramento genético empregado, bem como efetuar ajustes, de modo eficiente, com vistas à otimização do ganho genético e, no aumento da rentabilidade da exploração (SILVA et al., 2001). Um dos meios de se avaliar esta eficiência é por meio da tendência genética ao longo dos anos, pela qual se avalia a mudança proporcionada pelo processo de seleção.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O arquivo de dados analisado consistia em 211.744 registros de animais da raça Nelore, participantes do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN-Nelore Brasil), nascidos no período de 1995 e 2008, criados em regime de pasto e distribuídos em 44 rebanhos localizados nos seguintes estados: AC, MA, MT, PA, RO e TO. Todos os animais foram monitorados do nascimento aos 21 meses de idade e as matrizes também pesadas ao parto, na desmama dos seus produtos e nos meses de abril e outubro de cada ano.

O clima das fazendas participantes do Programa é característico da região Amazônica brasileira, caracterizado por duas estações, sendo uma seca (maio a setembro) e outra chuvosa (outubro a abril), com regime pluviométrico médio anual, normalmente entre 1.250 mm e 2.500 mm, decrescendo de sudoeste para nordeste, estando sujeito a importantes flutuações. Sob a influência da baixa latitude, as temperaturas mantêm-se elevadas durante todos os meses do ano e suas médias térmicas anuais são superiores a 22° C nas partes mais elevadas, setores norte e oeste, aumentando de norte para sul até 27° C, quando se aproxima do Equador, com pequena amplitude térmica anual. Devido a fatores geográficos (latitude e relevo) e a fatores dinâmicos, esta região possui altos níveis de eficiência térmica durante todo o ano, razão pela qual é caracterizada por clima Megatérmico, no setor oeste, e em parte do norte (altitude de mais de 800 m) o clima é Mesotérmico, tendendo para o Megatérmico. A umidade relativa do ar, média anual, situa-se entre 60% e 85%, aumentando da zona setentrional para a meridional (SUDAM, 2010).

O PMGRN–Nelore Brasil padroniza os pesos à determinada idade-padrão (120 dias, 205 dias, 365 dias, 450 dias ou 550 dias), necessitando-se para isso que cada animal tenha uma pesagem anterior e uma pesagem posterior a esta data. A seguinte fórmula foi utilizada para a obtenção do peso à idade-padrão: $\text{Peso à idade-padrão} = Pa + (\text{GMD} \times da)$, em que **Pa** é peso anterior à idade-padrão, **GMD** é o ganho de peso médio diário e **da** são os dias compreendidos entre a pesagem anterior e a idade-padrão.

Cada animal possui uma identificação única e permanente, com registro dos pais, número da fazenda de origem (NFO) e atual (NFA), Estado (UF), sexo (SX), ano (ANO) e mês (MÊS) de nascimento, peso padronizado aos 120, 210 e 450 dias (P120, P210 e P450), perímetro escrotal padronizado aos 450 dias (PE450), idade ao primeiro parto (IPP), lote aos 120, 210 e 450 dias (LOTE120, LOTE210 e LOTE450), grupo contemporâneo (GC) aos 120, 210 e 450 dias (GC120, GC210 e GC450) e grupo contemporâneo para IPP (GCIPP).

A consistência dos dados, as análises descritivas, de variância e de escolha do modelo para cada uma das características foram realizadas utilizando-se o *software* Statistical Analysis System (SAS Institute, 2002). Medidas iguais a zero ou acima/abaixo de três desvios-padrão não foram utilizadas nas análises, bem como grupos de contemporâneos (GC450) com menos de sete animais. Tabelas e gráficos foram construídos utilizando o aplicativo Microsoft Excel (Excel, 2010).

Para o Teste de Normalidade das características foi utilizado o *software* estatístico SAS (SAS, 2001), procedimento CAPABILITY normaltest, o qual forneceu valores críticos das estatísticas (Kolmogorov-Smirnov, Cramer-von Mises e Anderson-Darling) com nível de significância $P < 0,01$. Assim, por estes valores, as características avaliadas apresentaram distribuição Normal dos resíduos.

A escolha do melhor modelo a ser utilizado para cada característica foi realizada pelos procedimentos PROC REG e STEPWISE do SAS. Para as características P120, P210, P450 e PE450 foram considerados os fatores: Estado (UF), Sexo (SX), Classe da idade da vaca ao parto (CIVP), Número da fazenda de origem (NFA), Ano, Mês, Grupo contemporâneo aos 120 dias (GC120), acrescentando-se o GC210 para P210 e P450, e o GC450 para P450 e PE450.

Para a característica IPP o modelo de análise considerou os fatores: UF, CIVP, NFA, Ano, Mês e GCIPP. A Idade da Vaca ao Parto foi dividida em nove classes, as quais foram criadas de acordo com a frequência de partos; as classes de 1 a 7 correspondem às idades de 2 a 8 anos, a classe 8 inclui as vacas de 9 a 11 anos e na classe 9 foram agrupados animais com mais de 11 anos. O fator SX não foi considerado nos modelos para IPP e PE450.

As análises de variância foram realizadas utilizando o procedimento GLM do SAS, ajustado para cada característica de acordo com o resultado da análise prévia de escolha do melhor modelo. As comparações de médias para características com duas classes foram realizadas pelo Teste t-Student e para características com mais de duas classes, pelo Teste de Scheffé.

Os componentes de (co)variância atribuídos a cada efeito aleatório foram estimados por intermédio do programa REMLF90, que utiliza a maximização da esperança da função de máxima verossimilhança restrita (EMREML) (MISZTAL, 2001).

O modelo animal utilizado considerou as cinco características simultaneamente (5-*trait*). O critério de convergência utilizado, definido pelo quadrado médio das diferenças entre soluções consecutivas, foi de 1×10^{-11} . Não foi considerado na análise para as características

pré-desmama o efeito de ambiente permanente da vaca, pois a média de progênie/vaca foi inferior a dois.

Na forma matricial, o modelo geral pode ser descrito como:

$$y = Xb + Z1a + Z2m + e$$

em que, y = vetor de observações; b = vetor dos efeitos fixos; a = vetor de efeitos genéticos aditivo direto; m = vetor dos efeitos genéticos aditivo materno (presente somente nas análises de P120 e P210); e = vetor dos erros aleatórios residuais associados às observações. X , $Z1$ e $Z2$ são matrizes de incidência relacionando b , a e m a y .

As pressuposições assumidas pelo modelo foram: $E(y) = Xb$; $E(a) = 0$; $E(m) = 0$; $Va(a) = A\sigma^2a$; $Va(m) = A\sigma^2m$; $Va(e) = I_r\sigma^2e$, em que A é a matriz de parentesco, σ^2a é a variância genética aditiva, σ^2e é a variância residual e I é uma matriz Identidade de ordem r por r .

A matriz de parentesco continha 73.272 animais.

Para obtenção dos valores genéticos dos animais utilizou-se o programa BLUPF90, posteriormente relacionando os animais aos dados originais para obtenção do ano de nascimento de cada animal para a predição da tendência genética (MISZTÁL, 2008).

Os gráficos das tendências genéticas e fenotípicas foram construídos por meio do aplicativo Excel (2010).

O cálculo da resposta à seleção considerou a seleção de 70, 80 e 90% das fêmeas e 2% dos machos a cada ano, como pais da próxima geração. O intervalo de geração adotado foi de 8,3 anos, conforme observado por Malhado et al. (2005).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número efetivo de bovinos nos Estados estudados corresponde a 32,1% do rebanho nacional. Apesar desta alta representatividade, o número de animais participantes do PMGRN–Nelore Brasil ainda é baixo, como se observa na Figura 1, ainda que tenha aumentado nos últimos anos.

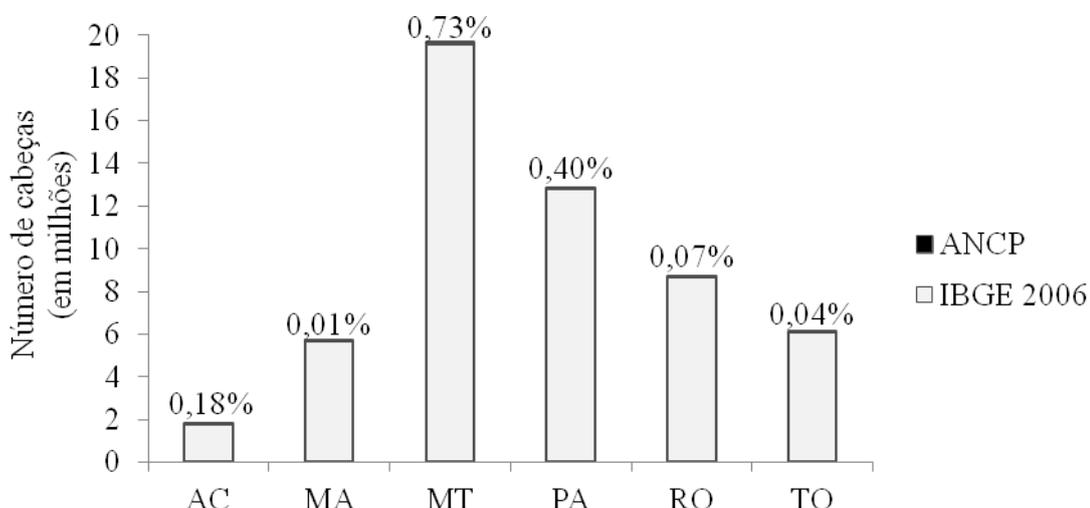


Figura 1. Porcentagem de animais no PMGRN–Nelore Brasil, em relação ao rebanho efetivo estadual.

A grande parcela de participação dos Estados do Mato Grosso e Pará se justifica pelos seus efetivos no rebanho nacional, com 19.582.504 e 12.807.706 cabeças de bovinos, respectivamente. Este fato pode estar relacionado com a tecnificação das empresas rurais promovidas por criadores vindos do Sul e Sudeste para áreas como o Sul do Pará e Norte do Mato Grosso, abrindo um novo nicho de mercado para animais testados a serem utilizados nos rebanhos comerciais das regiões.

Os parâmetros genéticos são característicos de cada população e podem sofrer alterações em consequência de seleção, mudanças no manejo, métodos e modelos de estimação, entre outras causas (YOKOO et al., 2007). Devido à ampla diversidade ambiental existente entre os Estados brasileiros, o estudo de efeitos não genéticos apresenta grande importância nas avaliações genéticas.

Ao mesmo tempo e considerando as colocações de Nomelini (2006), os valores observados das médias de desempenho da região são “contaminados” anualmente pela entrada de novos rebanhos, principalmente comerciais, por se tratar de fronteira agrícola recente.

A Figura 2 e 3 apresentam as médias gerais dos pesos às diferentes idades e do perímetro escrotal aos 450 dias, por Estado. Na Figura 2 observam-se médias superiores de pesos no Acre, seguido pelo Pará, Mato Grosso, Maranhão, Rondônia e Tocantins. Os efeitos ambientais e particularidades regionais como época das chuvas, disponibilidade e qualidade dos pastos, manejo, presença de Centrais de Inseminação, inseminadores capacitados e número de animais participantes acabam refletindo nas médias fenotípicas observadas entre Estados, sendo importantes na determinação de uma característica e denominam-se efeitos fixos em uma avaliação genética.

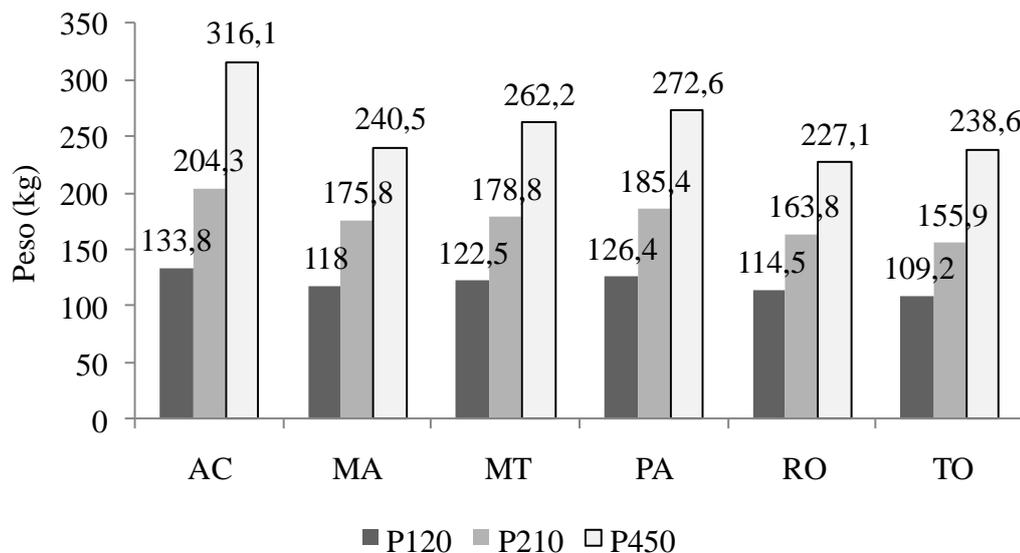


Figura 2. Representação gráfica das médias de pesos (dos 120 aos 450 dias) de animais da raça Nelore dos Estados compreendidos na Amazônia Legal.

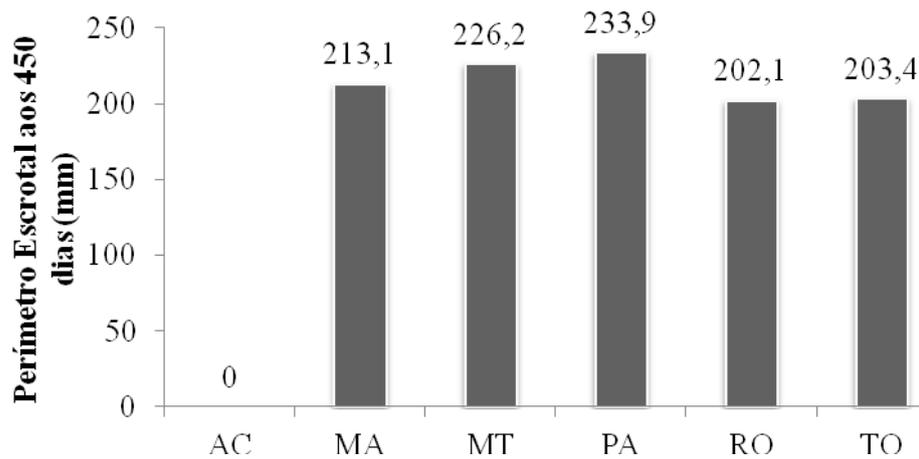


Figura 3. Representação gráfica das médias de Perímetro Escrotal de machos da raça Nelore dos Estados compreendidos na Amazônia Legal

Em relação à Análise de Variância, os modelos de análise propostos para cada uma das características foram significativos ($P < 0,0001$), apresentando R-quadrático que variou de 0,21 (para IPP) a 0,65 (para P450), o qual evidencia a maior influência de outros fatores ambientais não controlados sobre a característica reprodutiva (IPP). Todas as fontes de variação consideradas nos modelos para P120, P210, P450 e IPP foram estatisticamente significativas ($P < 0,01$).

O efeito de Estado (UF) foi significativo ($P < 0,001$) somente para P450 e IPP, indicando que em idades posteriores, onde há redução dos efeitos maternos, as peculiaridades de cada UF exerceriam maior influência no desempenho dos animais. Os animais de Rondônia e Tocantins não diferiram ($P > 0,05$) quanto às médias de P450 (Figura 2), enquanto que as médias de IPP não foram estatisticamente diferentes ($P > 0,05$) entre os Estados de Rondônia e Mato Grosso (diferença de 0,15 meses) e entre os Estados do Maranhão e Pará (diferença de 0,18 meses), os quais situam-se geograficamente mais próximos (Figura 4).

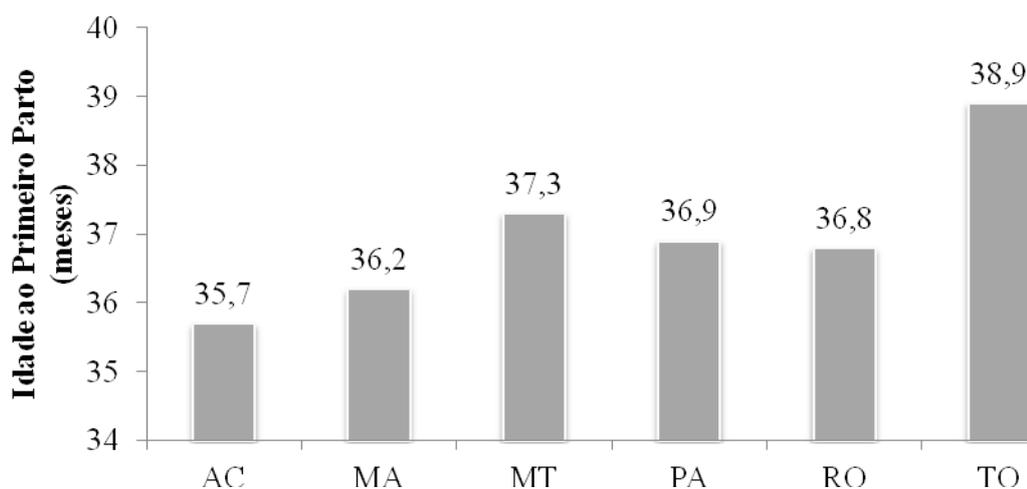


Figura 4. Representação gráfica das médias da Idade ao Primeiro Parto de fêmeas da raça Nelore dos Estados compreendidos na Amazônia Legal

Guidolin et al. (2008), em estudo sobre interação genótipo-ambiente entre os Estados de São Paulo e Goiás, consideraram na formação dos grupos de contemporâneos, dentro de cada Estado, os efeitos de ano e estação de nascimento do animal, sexo, fazenda e lote de manejo.

Em um estudo sobre animais Nelore no Maranhão, quanto aos efeitos de meio sobre as características pré-desmama, os autores observaram que o efeito de rebanho e sexo da cria não foram significativos para o peso ao nascer ($P > 0,05$), a idade da vaca ao parto, utilizada como covariável nos modelos de análise não foi significativa ($P > 0,05$) para nenhuma das características estudadas, enquanto que o mês e o ano de nascimento da cria influenciaram significativamente ($P > 0,05$) o desempenho dos animais, mesmo em clima amazônico menos variável ao longo do ano (MARTINS et al., 2000).

O mês de nascimento da cria reflete a disponibilidade de alimentos dentro do ano estudado, de forma que, se as vacas no último trimestre de gestação obtiverem boa oferta de alimentos, as mesmas irão parir bezerros mais pesados. Na comparação de médias do P120, as diferenças não foram significativas ($P > 0,05$) entre os meses de janeiro a junho e entre os meses de julho a dezembro. Na região estudada, de maneira geral, o período seco inicia-se no verão amazônico (julho a dezembro) e o período com maiores índices de pluviosidade entre janeiro e junho, corroborando com os resultados observados. Em um trabalho publicado por Martins Filho et al. (1996), a partir de 16.021 dados de bezerros das raças Nelore, Nelore mocho, Gir, Gir mocho, Guzerá e Indubrasil, criados nos Estados do Ceará, Piauí e Maranhão,

verificaram que o ano e o mês de nascimento da cria foram fonte de variação significativa sobre o peso ao nascer e à desmama (205 dias) e sobre o ganho de peso do nascimento à desmama.

O efeito de sexo (SX) foi estatisticamente significativo ($P < 0,001$) para os três pesos padronizados. Há diferença marcante em bovinos quanto ao sexo, sendo os machos mais pesados que as fêmeas em aproximadamente 10%. Isso provavelmente ocorre devido à maior capacidade de ganho apresentado por eles e, também por possuírem estrutura corporal mais desenvolvida (SOUZA et al., 2000).

Segundo Martins et al. (2000), em bovinos, os machos são mais pesados não só ao nascer, porém em todas as idades. Essa diferença pode ser atribuída à capacidade genética dos machos apresentarem maiores índices de crescimento pré e pós-natal, devido a fatores hormonais. MacManus et al. (2002) relataram que o peso ao nascimento superior dos machos é justificado pela ação precoce da testosterona, que determina taxa metabólica mais acentuada do feto durante o período de gestação.

O menor peso nas fêmeas também pode ser influenciado pelo fato destas possuírem maior acúmulo de gordura corporal, diminuindo o consumo alimentar. A gordura abdominal, segundo Nkrumah et al. (2005), exerceria limitações físicas sobre o rúmen e sobre a ingestão alimentar, pela secreção de leptina pelos adipócitos, hormônio que tem sido correlacionado a reduções no consumo. As comparações de médias pelo teste t-Student evidenciaram as diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$) para os três pesos estudados em machos e fêmeas.

O efeito de fazenda (NFA) não foi significativo ($P > 0,28$) somente para a característica P120, pois as características de crescimento na fase pré-desmama nos rebanhos referentes a este estudo foram fortemente influenciadas pela habilidade materna.

A CIVP influenciou significativamente todas as características ($P < 0,0001$) pois há uma produção de leite crescente nos primeiros anos da vida produtiva da vaca, diminuindo gradativamente com o passar do tempo. Na comparação de médias da característica P120, por exemplo, não houve diferença estatisticamente significativa ($P > 0,05$) entre as médias de peso dos filhos de vacas das classes 1 e 9 ou entre filhos de vacas das classes 5 e 6. A tabela 2 apresenta a Média das características por Classe de Idade da Vaca ao Parto (CIVP).

Tabela 2. Média das características por Classe de Idade da Vaca ao Parto (CIVP), para animais da raça Nelore criados na Amazônia Legal.

Característica	CVIP =1	CVIP=2	CVIP=3	CVIP=4	CVIP=5	CVIP=6	CVIP=7	CVIP =9
P120(dias)	111	125	122	127	129	129	123	118
P210(dias)	171	180	181	184	187	187	179	171
P450(dias)	278	262	264	266	266	263	255	242
IPP(meses)	35	36	36	35	36	36	36	37
PE450(cm)	251	229	228	231	231	228	221	218

P120 = Peso aos 120 dias de idade; P210 = Peso aos 210 dias de idade; P450 = Peso aos 450 dias de idade; IPP = idade ao primeiro parto PE450 = perímetro escrotal aos 450 dias;

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para dados de bovinos da raça Nelore na região Norte são escassas, a despeito de sua importância na seleção dos melhores animais em programa de melhoramento genético.

A Tabela 3 apresenta as médias gerais das características de crescimento (pesos às diferentes idades), perímetro escrotal e idade ao primeiro parto dos animais estudados. Os valores observados encontram-se próximos às médias gerais do PMGRN – Nelore Brasil no ano de 2009, o que significa que a região representa de maneira adequada o animal mediano de um programa de melhoramento executado há mais de 20 anos no país.

Tabela 3. Estatística descritiva (médias, desvios-padrão e valores mínimos e máximos) por sexo e no geral das características de crescimento e reprodução de animais Nelore criados na Amazônia Legal.

Característica		N	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
	*Geral	94822	123	19,0	46	227
P120 (kg)	M	47463	127	18,8	66	180
	F	46932	119	17,3	66	180
	Geral	88176	180	28,1	70	359
P210 (kg)	M	44195	187	27,6	95	264
	F	43592	172	25,1	95	264
	Geral	63580	262,4	45,5	110	612
P450 (kg)	M	31589	279,1	47,3	111	612
	F	31375	245,4	36,3	110	528
PE450 (mm)	M	23901	226,7	28,4	140	315
IPP (meses)	F	38376	37,1	4,7	23	49

N = número de animais; P120 = Peso aos 120 dias de idade; P210 = Peso aos 210 dias de idade; P450 = Peso aos 450 dias de idade; PE450 = perímetro escrotal aos 450 dias; IPP = idade ao primeiro parto; M = machos; F = fêmeas. *Geral refere-se às médias antes da consistência dos dados.

Observa-se a superioridade dos machos quanto aos pesos nas diferentes idades e PE450 médio de $22,7 \pm 2,9$ cm, valor este similar à média de 22 ± 3 cm observada por Bergmann et al. (1996) para Perímetro Escrotal mensurado entre 275 e 455 dias de idade, sendo inferior à média de 26,4 cm dos 549 machos estudados por Silveira et al. (2004), no Mato Grosso do Sul.

Em trabalhos publicados com a característica perímetro escrotal aos 18 meses por Pereira, Eler e Ferraz (2000) e Pereira et al. (2001), foram apresentados os seguintes valores mínimos e máximos de: $28,3 \pm 3,2$ cm e $25,2 \pm 3,5$ cm, respectivamente (OLIVEIRA, 2007).

As estimativas obtidas, de moderadas a altas, permitem concluir que o perímetro escrotal é influenciado, de forma apreciável, por genes de ação aditiva que tornam a sua seleção um mecanismo efetivo de melhoramento (PEREIRA, 2008).

Boligon et al. (2008a) observaram médias de peso à desmama e ao sobreano iguais a $178,42 \pm 28,96$ kg e $269,84 \pm 52,25$ kg para machos e fêmeas criados nas regiões Sul e Sudeste do país, valores semelhantes aos encontrados neste estudo para animais criados na Amazônia Legal. Em animais criados nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste, Garnero et al. (2001) relataram médias de peso aos 120, 240 e 550 dias, respectivamente, iguais a 121, 191 e 309 kg.

A IPP igual a $37,1 \pm 4,7$ meses é semelhante aos valores relatados por Pereira, Eler e Ferraz (2000), Gunski et al. (2001), Dias et al. (2004), Boligon et al. (2007) e Boligon et al. (2008) quais foram de 35,67; 36,00; 34,60 ; 36,21 e 36,50 meses, respectivamente, para fêmeas da raça Nelore.

Foram observados valores de IPP próximos a 23 meses, o que evidencia a variabilidade existente na região a ser trabalhada para alcance de maior precocidade e produtividade.

Por outro lado, Lôbo, Madalena e Vieira (2000), trabalhando com fêmeas da raça Nelore, relataram IPP médias de 40,20 meses. Biffani et al. (2000), relataram média de 47 meses e Azevêdo et al. (2006) encontraram médias de $45,14 \pm 10,83$ meses, ambos trabalhando também com fêmeas da raça Nelore. Porém Lôbo et al. (2000) e Azevêdo et al. (2006) relataram médias de 40,2 e $45,1 \pm 10,8$ meses, respectivamente.

A Tabela 4 apresenta as estimativas dos componentes de variância e herdabilidades para as características estudadas em rebanhos Nelore da Amazônia Legal.

Tabela 4. Estimativas dos componentes de variância e herdabilidades para peso aos 120 dias de idade (P120), peso aos 210 dias de idade (P210), peso aos 450 dias de idade (P450), perímetro escrotal aos 450 dias de idade (PE450) e idade ao primeiro parto (IPP) em rebanhos Nelore da Amazônia Legal.

Características	σ_a^2	σ_m^2	σ_e^2	σ_p^2	h_d^2 *	h_m^2 *	h_t^2 **
P120	41,05	35,61	94,80	171,46	0,24	0,21	0,36
P210	96,57	52,17	179,60	328,34	0,29	0,16	0,45
P450	287,00	-	307,40	594,40	0,48	-	-
PE450	216,10	-	229,30	445,40	0,49	-	-
IPP	2,53	-	9,19	11,72	0,22	-	-

σ_a^2 = variância genética aditiva direta, σ_m^2 = variância genética aditiva materna, σ_e^2 = variância residual, σ_p^2 = variância fenotípica, h_d^2 = herdabilidade do efeito direto, h_m^2 = herdabilidade materna, h_t^2 = herdabilidade total.* o programa REMLF90 não disponibiliza o erro-padrão da estimativa.** segundo a fórmula de Willham (1972).

As estimativas de herdabilidade direta, materna e total nas diferentes idades e nas características reprodutivas estudadas foram de média a alta magnitude (Tabela 4). As estimativas de herdabilidade direta para os pesos e perímetro escrotal padronizados foram superiores ao sobreano, evidenciando menor influência ambiental e materna nesta idade.

Para a característica de peso aos 120 dias de idade, as estimativas de coeficiente de herdabilidade direta de 0,24 e herdabilidade materna de 0,21, encontram-se próximas aos valores relatados por Eler et al. (1996), Lôbo et al. (1997), Reyes et al. (1997) e Garnerio et al.

(1998) também em rebanhos da raça Nelore, com estimativas do coeficiente de herdabilidade direta variando de 0,20 a 0,27, e materna de 0,16 a 0,31. Já no estudo realizado por Siqueira et al. (2003), a herdabilidade direta foi de 0,29, sendo próxima à encontrada no presente estudo, enquanto que a herdabilidade materna foi igual a 0,08, sendo inferior à encontrada no trabalho, assim como o trabalho publicado por Garnero et al. (2010), no qual o coeficiente de herdabilidade materna variou de 0,04 a 0,09, sendo, portanto, também inferior ao estimado no estudo.

Em outros trabalhos, as estimativas de h^2 para peso aos 120 dias de idade foram de 0,58, relatado por Siqueira et al. (2003), 0,04, relatado por Cyrillo et al. (2004), sendo a estimativa mais frequente próxima a 0,27, relatada por Lira, Rosa e Garnero (2008). A herdabilidade materna (h_m^2) variou de 0,02, valor encontrado por Siqueira et al. (2003) e Cyrillo et al. (2004) a 0,18, encontrado por Nobre et al. (2003), com estimativa média igual a 0,08, publicado por Lira, Rosa e Garnero (2008). Estudos realizados nesta idade são importantes, porque correspondem ao pico de lactação em zebuínos (LIRA; ROSA; GARNERO, 2008).

Os efeitos genéticos diretos e maternos são correlacionados, porém os de ambiente permanente e residual são não correlacionados entre si e nem com os efeitos genéticos.

As estimativas brasileiras de herdabilidade do peso à desmama giram em torno de 0,30, indicando também apreciável variância genética aditiva na característica e possibilidades de progresso através da seleção (LIRA; ROSA; GARNERO, 2008).

Os valores correspondentes à estimativa de herdabilidade direta para o peso à desmama padronizado aos 205 dias de idade variaram de 0,02 encontrado por Fridrich et al. (2005) a 0,68, encontrado por Cyrillo et al. (2004), com valor médio de 0,28, publicado por Ferraz Filho et al. (2004). A estimativa de maior magnitude (igual a 0,68), segundo os próprios autores, foi obtida por meio de modelo animal sem efeito materno, tendo sido maximizada pela falta dos referidos efeitos, sobretudo na idade em questão, que é a fase de crescimento dos animais na qual a influência da vaca ainda é muito marcante. Em relação à h_m^2 , as estimativas variaram de 0,01, relatado por Garnero et al. (2001), Mucari e Oliveira (2003) a 0,39, relatado por Pimenta Filho et al. (2001), com valor médio de 0,12, relatado por Marcondes et al. (2002) e Plasse et al. (2004). E para h^2 os valores variaram de 0,12, publicado por Campêlo et al. (2004) a 0,48, publicado por Mercadante e Lôbo (1997), segundo Lira; Rosa e Garnero (2008) em revisão de diversos trabalhos.

Em um trabalho publicado por Garnero et al. (2010) na raça Nelore, as estimativas de herdabilidade genética direta para os pesos padronizados aos 120 e 240 dias de idade foram de

mediana magnitude (0,23 e 0,21, respectivamente), estando próximos aos relatados no presente trabalho, os quais foram de 0,24 e 0,29, ambos correspondentes aos encontrados na literatura por outros autores.

A estimativa de 0,48, obtida para o coeficiente de herdabilidade direta da característica de peso aos 450 dias foi próxima à relatada por Siqueira et al. (2003), com estimativa de 0,51 e está entre os valores verificados em um artigo de revisão sobre parâmetros genéticos em zebuínos relatados por Mercadante (1995), cujas as herdabilidades variaram de 0,03 a 0,80 para peso aos 450 dias. As estimativas do presente trabalho estão também entre os valores de h^2 estimados para o peso ao sobreano, os quais variaram de 0,08, nos relatos de Mucari e Oliveira (2003) a 0,76, relatado por Ribeiro et al. (2001), com valor médio de 0,35, relatado por Van Melis et al. (2003) e Toral et al. (2004).

Segundo Bergmann et al. (1996), Dias, Faro e Albuquerque (2003), Albuquerque et al. (2005) e Sesana (2005), as estimativas de herdabilidade de PE ao ano e sobreano, em animais da raça Nelore variaram de 0,30 a 0,74, estimando um valor próximo ao encontrado no presente trabalho, o qual foi de 0,49. Próxima também à herdabilidade estimada em um trabalho conduzido por Faria et al. (2004) no qual as estimativas de herdabilidades obtidas pelas análises bicaracteres para peso e perímetro escrotal aos 450 dias de idade foram 0,52 e 0,61 respectivamente, e a correlação genética resultou em 0,45.

Garcia et al. (2008), objetivaram estimar parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto. Os dados analisados foram provenientes da Colonial Agropecuária Ltda, situado ao Norte de Minas Gerais. Este grupo é participante do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN). O arquivo analisado contou com 3024 matrizes, nascidas entre 1980 a 2003. Para a IPP, a estimativa de h^2 foi de 0,36, superando as encontradas no presente trabalho, estimada em 0,22 e às relatadas nos trabalhos de Boligon et al. (2007), que obtiveram valores iguais a 0,15. No entanto, Rochetti et al. (2007) estimaram um valor superior ao encontrado no estudo (0,31). Outros estudos realizados por Garnerio et al., (1998) e Gressler (1998) citam valores entre 0,01 e 0,25.

Além da idade ao primeiro parto ser uma característica de baixa ou moderada magnitude de herdabilidade, neste trabalho e em outros também publicados, apenas as fêmeas que pariram entraram nas análises, portanto parte da variação genética existente na característica não foi estimada. Como alternativa, alguns autores sugerem que deveriam ser incluídas todas as fêmeas expostas ao touro na análise, atribuindo uma idade ao primeiro parto para as fêmeas que não conceberam e usando a idade ao primeiro parto mais alta dentro do seu grupo contemporâneo.

Azevêdo et al. (2006) observaram em fêmeas da raça Nelore criadas em rebanhos das regiões Norte e Nordeste do Brasil, que o sexo da cria teve efeito significativo ($P < 0,01$) sobre a IPP. Quando as fêmeas pariram crias do sexo masculino, sua IPP foi superior àquelas que pariram bezerras, provavelmente em razão da duração da gestação, mais longas em crias do sexo masculino ($P < 0,01$), como observado também por Cavalcanti et al. (2001). O valor estimado para herdabilidade da IPP neste trabalho foi de 0,21, próximo ao relatado no presente trabalho.

A Tabela 5 apresenta as estimativas dos componentes de covariância genética para as características estudadas em rebanhos Nelore da Amazônia Legal.

Tabela 5. Covariâncias genéticas obtidas por análise multicaracterística para peso aos 120 dias de idade (P120), peso aos 210 dias de idade (P210), peso aos 450 dias de idade (P450), perímetro escrotal aos 450 dias de idade (PE450) e idade ao primeiro parto (IPP) em rebanhos Nelore da Amazônia Legal.

	P120	P210	P450	PE450	IPP	P120m	P210m
P120		58,11	80,87	21,25	1,70	1,32	5,37
P210			138,30	48,60	2,24	13,31	17,13
P450				106,50	-3,22	57,55	75,04
PE450					-6,76	35,34	38,31
IPP						-2,02	-2,85
P120m							41,29
P210m							

P120 = Peso aos 120 dias de idade; P210 = Peso aos 210 dias de idade; P450 = Peso aos 450 dias de idade; IPP = idade ao primeiro parto PE450 = perímetro escrotal aos 450 dias; P120m = Peso aos 120 dias de idade (materno); P210 = Peso aos 210 dias de idade (materno);

As justificativas para a ocorrência do antagonismo entre o efeito direto e materno são controversas. Adicionalmente em diversas pesquisas, tem-se verificado que a inclusão da covariância nos modelos tem apresentado nenhum ou pouco impacto sobre as estimativas de componentes de (co)variância e classificação dos animais pelos valores genéticos (MALHADO et al., 2004; GUTERRES et al., 2007).

A Tabela 6 apresenta as estimativas de correlação genética para as características estudadas em rebanhos Nelore da Amazônia Legal.

Tabela 6. Correlações genéticas estimadas por análise multicaracterística para peso aos 120 dias de idade (P120), peso aos 210 dias (P210), peso aos 450 dias (P450), perímetro escrotal aos 450 dias (PE450) e idade ao primeiro parto (IPP), em rebanhos Nelore da Amazônia Legal.

	P120	P210	P450	PE450	IPP
P120		0,776	0,509	0,255	-0,080
P210			0,622	0,322	-0,108
P450				0,464	-0,138
PE450					0,000
IPP					

P120 = Peso aos 120 dias de idade; P210 = Peso aos 210 dias de idade; P450 = Peso aos 450 dias de idade; PE450 = perímetro escrotal aos 450 dias; IPP = idade ao primeiro parto;

As correlações entre duas ou mais características estimam a proporção de genes comuns, sendo a origem e a grandeza da relação existente de grande importância, pois visam aprimorar o material genético de um conjunto de caracteres. A correlação permite prever como uma característica deverá se comportar, a partir de parâmetros obtidos para outra e estima o nível de união entre elas (GARNERO, et al., 2010).

Dentre as características ligadas à produção estão os pesos corporais, normalmente tomados nas fases iniciais do desenvolvimento animal como os pesos à desmama, os quais apresentam correlações genéticas elevadas com pesos a idades futuras (FERRAZ FILHO, 1996). Essas características são de fácil obtenção e apresentam herdabilidade suficiente para que ocorra progresso genético pela seleção. Por esse motivo, são mais atraentes ao produtor durante o processo de seleção e são já há algum tempo consideradas nos programas de seleção em bovinos de corte no Brasil (ALENCAR, 2003).

Nos animais uma determinada característica, como peso à uma certa idade, é associado com o peso a uma idade posterior ou ganho em peso numa fase com o ganho em peso em outra fase. As razões desta correlação são as seguintes:

- O genótipo, responsável pela expressão da característica peso ou ganho em peso, em uma certa época é, pelo menos, em parte, responsável pela expressão em outra época ou idade;
- As condições ambientes prevalentes numa época ocorrem, pelo menos parcialmente em uma outra ocasião (PEREIRA, 2008).

Segundo Garner, et al. (2010), P120 é utilizado na avaliação de habilidade materna e do crescimento pré-desmama do bezerro, sendo uma das mais usadas como característica-base, em análises bi-caráter, por minimizar os efeitos de descartes posteriores à desmama. Os

autores comparam as correlações do peso aos 120 dias de idade com os pesos aos 240 dias e 450 dias, sendo 0,96 e 0,79, respectivamente. Ambos apresentaram correlações positivas e altas, semelhantes ao presente trabalho.

Neste trabalho, todos os pesos apresentam correlação positiva entre si, isso porque há genes em comum atuando nas diferentes fases de crescimento do animal. As correlações relatadas permitem que a seleção para qualquer um dos pesos deverá promover mudanças positivas nos outros. Porém, com relação à idade ao primeiro parto, todos os pesos apresentam correlação negativa e baixa, evidenciando que o aumento dos pesos corresponde à diminuição da idade ao primeiro parto, sendo um aspecto positivo, pois justifica uma maior precocidade dos animais avaliados no presente trabalho.

Neste estudo, as análises envolvendo pesos às diferentes idades e perímetro escrotal demonstraram correlação genética baixa, porém positiva, indicando a possibilidade de resposta favorável quando se seleciona em qualquer uma das características. Dessa maneira, os resultados sugerem possibilidade de seleção simultânea para ganho de peso e ganho de perímetro escrotal aos 450 dias de idade. Em um trabalho relatado por Paneto et al. (2002), foram apresentados resultados semelhantes, com correlação baixa e positiva de 0,18 para as idades de 365 e 455 dias e entre 455 e 550 dias. Porém, Alencar et al. (1993) relataram valores altos (acima de 0,61) de correlação genética entre pesos e perímetros escrotais após o desmame, indicando que a seleção para peso resultaria em aumento no perímetro escrotal. Lôbo et al. (1995) encontraram correlações positivas entre perímetro escrotal aos 355 e 550 dias de idade e peso aos 240 dias de idade, de 0,57 e 0,42, respectivamente. Os resultados obtidos por Quirino e Bergmann (1998) para correlação entre perímetro escrotal e peso corporal também foram positivos, de 0,33 e 0,71, sugerindo que a seleção para perímetro escrotal deve resultar em aumento do peso corporal.

Perímetro escrotal e idade ao primeiro parto apresentaram correlação genética nula, sendo assim, uma não interfere na resposta da outra característica.

Sendo um trabalho inédito e pioneiro para a raça Nelore, o estudo de Martins Filho e Lôbo (1991) sobre correlação entre perímetro escrotal (PE) e idade da vaca ao primeiro parto (IPP), mostrou correlação genética entre PE e IPP da ordem de -0,77. Este resultado sugere que se obtém uma diminuição da IPP selecionando fêmeas irmãs e/ou filhas de touros com maiores PE. No Brasil, a ênfase da seleção para perímetro escrotal dos zebus tem sido para a idade de 18 meses (PE18).

O cálculo da resposta à seleção considerou a seleção de 70, 80 e 90% das fêmeas e 2% dos machos a cada ano, como pais da próxima geração. Os valores utilizados basearam-se nos

achados de Ribeiro et al. (2003), os quais concluíram que uma taxa de descarte acima de 30% em um rebanho estabilizado, comprometeria a questão financeira da propriedade. O intervalo de geração adotado foi de 8,3 anos, conforme observado por Malhado et al. (2005). Os resultados da média e desvio-padrão para as características P120, P210, P450, PE450 e IPP foram 123 +ou- 19,0 kg; 180 +ou- 28,1 kg; 262 +ou- 45,5 kg; 22,7 +ou- 2,8 cm e 37 +ou- 4,7 dias, respectivamente. As estimativas de resposta a seleção estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7. Estimativas anuais de resposta a seleção para as características de peso e reprodução em rebanhos Nelore da Amazônia Legal.

Pressão de Seleção	Características	Médias	DP	h ²	ΔG Anual (kg)	
					Fêmeas	Machos
FÊMEAS = 70% (i=0,50) MACHOS = 2% (i=2,44)	P120 (kg)	123	19,0	0,24	0,27	1,33
	P210 (kg)	180	28,1	0,29	0,49	2,38
	P450 (kg)	262	45,5	0,48	1,32	6,37
	PE450(kg)	22,7	2,8	0,49	0,08	0,41
	IPP (meses)	37	4,7	0,22	0,06	0,30
FÊMEAS = 80% (i=0,35) MACHOS = 2% (i=2,44)	P120 (kg)	123	19,0	0,24	0,19	1,33
	P210 (kg)	180	28,1	0,29	0,34	2,38
	P450 (kg)	262	45,5	0,48	0,92	6,37
	PE450(kg)	22,7	2,8	0,49	0,06	0,41
	IPP (meses)	37	4,7	0,22	0,04	0,30
FÊMEAS = 90% (i=0,20) MACHOS = 2% (i=2,44)	P120 (kg)	123	19,0	0,24	0,11	1,33
	P210 (kg)	180	28,1	0,29	0,20	2,38
	P450 (kg)	262	45,5	0,48	0,53	6,37
	PE450(kg)	22,7	2,8	0,49	0,03	0,41
	IPP (meses)	37	4,7	0,22	0,02	0,30

Peso aos 120 dias de idade; P210 = Peso aos 210 dias de idade; P450 = Peso aos 450 dias de idade; PE450 = perímetro escrotal aos 450 dias; IPP = idade ao primeiro parto; DP = desvio-padrão fenotípico; h² = herdabilidade; ΔG = ganho genético.

Os valores das estimativas de herdabilidades encontrados foram de moderada a alta magnitude, indicando que as variabilidades genéticas aditivas seriam suficientes e responderiam adequadamente à seleção. A diminuição do intervalo médio de gerações resulta em um aumento do ganho genético anual quanto às características selecionadas, o que leva a um aumento da produção do rebanho, sendo a utilização de touros mais jovens na reprodução

uma ferramenta para a redução deste intervalo (PEREIRA, 2008). A diferença de ganho genético entre machos e fêmeas foi em média 2,7 kg para P120, 2,9 kg para P210, 3,1 kg para P450, 0,35 cm para PE450 e 0,26 dias para IPP, mostrando que a intensidade de seleção é uma variável determinante do ganho genético do rebanho sob seleção, pois a partir da proporção de indivíduos selecionados é possível saber a quantos desvios-padrão da média da população estará a média dos indivíduos selecionados. Todas as características tiveram diminuição no ganho genético conforme a pressão de seleção (número de animais descartados) foi reduzida (Figura 3). O ganho genético teve redução de 60% (de 0,27 a 0,11, 0,49 a 0,20 e 1,32 a 0,53 kg/ano, respectivamente) para as características de peso (P120, P210 e P450) e 63% (de 0,08 a 0,03 cm/ano) para PE450, sendo a IPP a característica mais influenciada pela mudança na pressão de seleção, tendo redução de 67% (de 0,06 a 0,02 dias/ano) no ganho genético quando a pressão de seleção saiu de 70% para 90% do rebanho. Portanto, o ganho genético anual será maior quanto maior for o rigor com que os animais serão descartados. Porém, a quantidade de animais descartados interfere diretamente nos custos da propriedade, além disso, pode comprometer a variabilidade genética, uma vez que um número menor de indivíduos passaria a ser mais intensamente utilizado na reprodução.

Os maiores ganhos genéticos foram observados nos níveis de maior pressão de seleção, ocorrendo diminuição do ganho ao passar do nível de 70% para 90%. No entanto, deve-se atentar ao fato que maiores intensidades de seleção reduzem a variabilidade genética e, conseqüentemente, elevam os níveis de endogamia do rebanho. Na Figura 5, há a representação gráfica da redução do ganho genético anual.

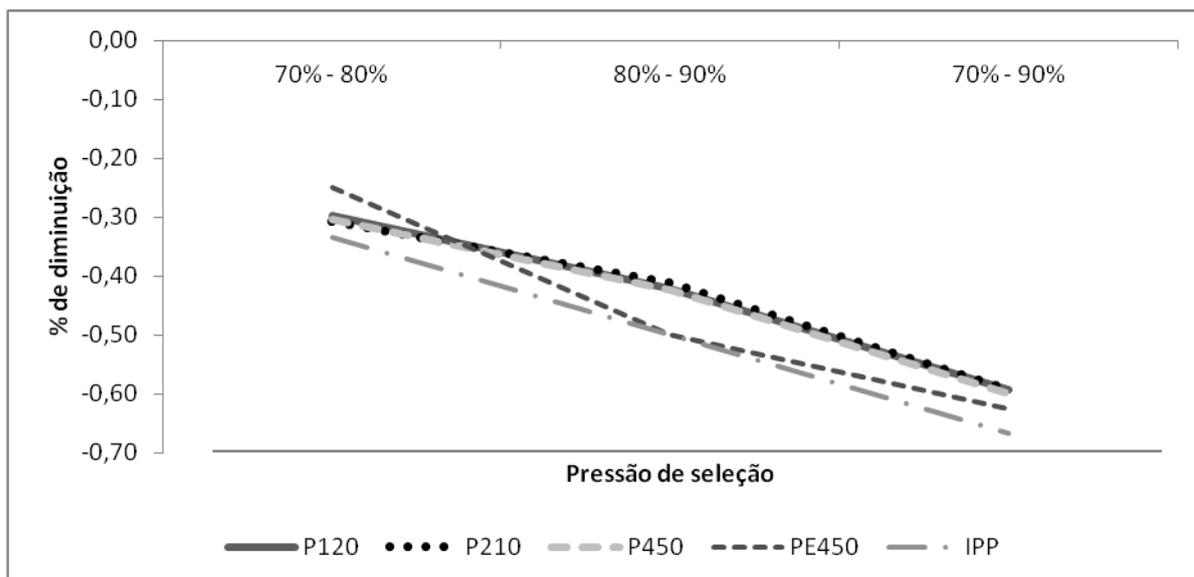


Figura 5. Redução do ganho genético anual a partir de diferentes níveis de pressão de seleção. P120 = peso aos 120 dias; P210 = peso aos 210 dias; P450 = peso aos 450 dias; PE450 = perímetro escrotal aos 450 dias; IPP = idade ao primeiro parto.

As tendências genéticas para os efeitos aditivos diretos e maternos foram estimadas através da regressão ponderada das médias anuais dos valores genéticos diretos e maternos sobre o ano de nascimento do animal.

As tendências genéticas lineares dos efeitos aditivos diretos, maternos e as tendências fenotípicas das características estudadas, encontram-se nas Figuras de 6 a 10.

A tendência genética para efeito direto e materno apresentou-se crescente para P120 (0,203 kg/ano), com R-quadráticos altos e significativos para efeito direto ($R^2 = 0,838$), porém, os valores de R-quadrático foram inferiores para efeito materno ($R^2 = 0,266$), obtendo progresso anual de 0,039 kg/ano (Figura 6). Segundo Razook et al. (1993), baixos valores para a tendência genética materna podem ser explicados pela atuação de efeitos ambientais ou pela pequena seleção direcional. A tendência fenotípica apresentou R-quadrático inferior ($R^2 = 0,368$), como em todas as análises relacionadas aos pesos das características estudadas.

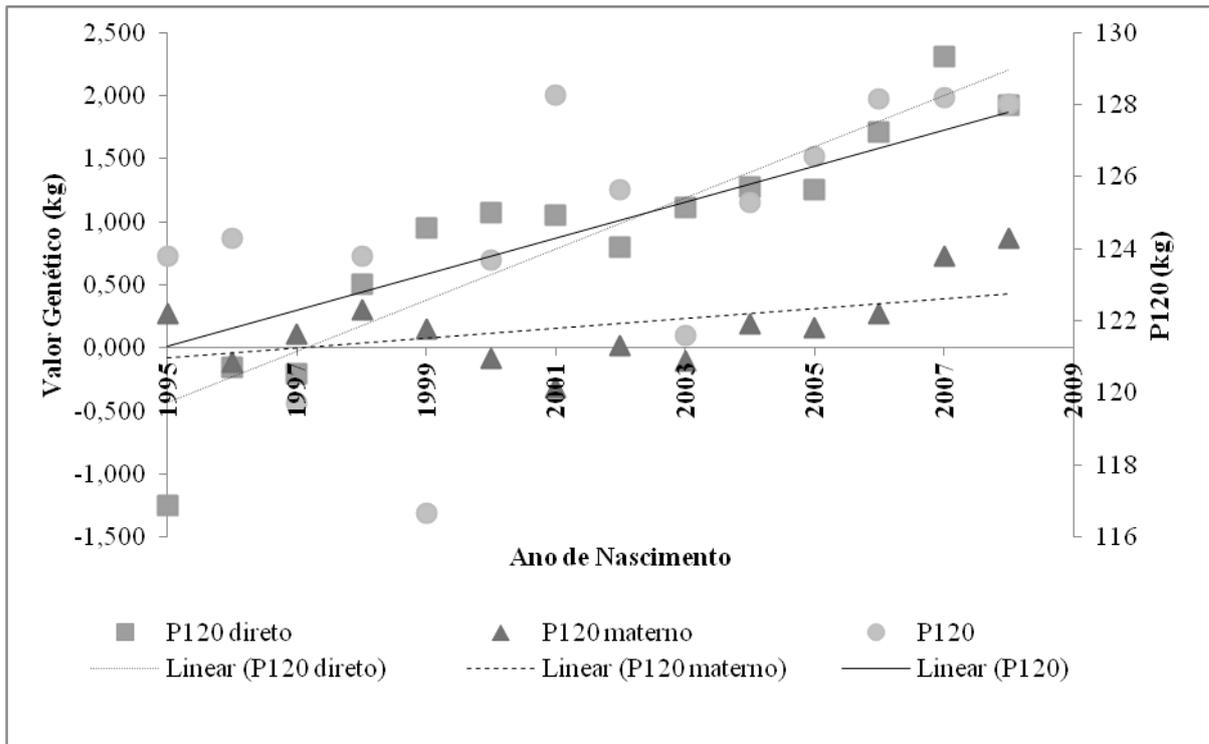


Figura 6. Tendência genética aditiva direta e materna e tendência fenotípica para peso aos 120 dias de idade, em animais da raça Nelore criados na Amazônia Legal.

O mesmo fato pode ser observado nos resultados da tendência genética para efeito direto e materno aos 210 dias de idade. A tendência genética para efeito direto apresentou-se crescente para P210 (0,328 kg/ano), com R-quadráticos altos e significativos para efeito direto ($R^2 = 0,848$), porém, os valores de R-quadrático foram inferiores para efeito materno ($R^2 = 0,498$), obtendo progresso anual de 0,075 kg/ano (Figura 7). A tendência fenotípica apresentou-se inferior ($R^2 = 0,166$).

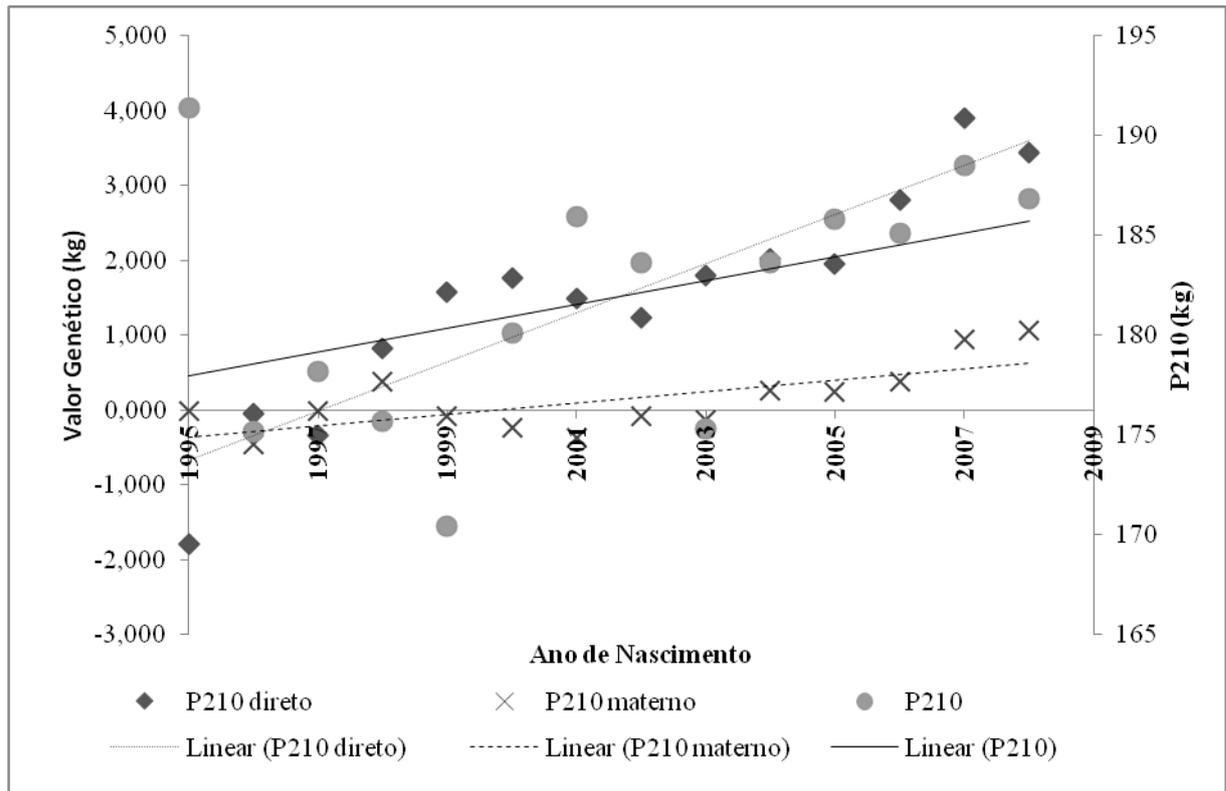


Figura 7. Tendência genética aditiva direta e materna e tendência fenotípica para peso aos 210 dias de idade, em animais da raça Nelore criados na Amazônia Legal.

Em um trabalho publicado por Lima et al. (2005), a tendência genética foi estimada em $0,53 \pm 0,28$ kg/ano para peso aos 205 dias. Este valor foi significativo ($P < 0,001$), indicando ganho genético para essa característica. A estimativa dessa tendência genética de 0,53 kg/ano, assim como do presente trabalho (0,32 kg/ano) foram baixas em comparação aos valores estimados por Ferraz Filho (1996), que analisando dados de rebanhos Nelores Mocho, obteve tendências genéticas positivas para peso à desmama, que foram responsáveis por incrementos da ordem de 18,22 kg neste peso em um período de 12 anos, o que representa ganhos de 1,5 kg/ano.

Esses valores foram altos em comparação aos descritos por Ferraz Filho et al. (2002), que relataram tendências genéticas diretas iguais a 0,13 e 0,28 kg/ano, respectivamente, para peso à desmama e peso ao sobreano, as quais corresponderam a incrementos na mudança genética anual de 0,08 e 0,10% nas médias dos pesos, porém para animais da raça Tabapuã. Mucari e Oliveira (2003), também para animais de raça zebuína, relataram tendências genéticas de 0,155 e 0,345 kg/ano, para peso à desmama e peso ao sobreano, respectivamente. De acordo com esses autores, os ganhos genéticos relativamente baixos podem estar associados à baixa variabilidade genética observada no rebanho.

Resultados superiores foram encontrados por Val (2006), para animais participantes do teste de progênie de touros jovens do PMGRN-Nelore Brasil. As tendências genéticas para P120 e P210 foram iguais a 0,313 e 0,524 kg/ano (efeito direto) e 0,053 e 0,094 kg/ano (efeito materno), respectivamente. Possivelmente, a melhor resposta vem da maior intensidade de seleção aplicada aos touros jovens quando comparada ao rebanho geral do programa.

Para peso à desmama (P205) de animais Nelore, variedade mocha do Estado de Goiás, Lima et al. (2005) estimaram tendências genéticas dos efeitos direto e materno iguais a 0,560 kg/ano e 0,130 kg/ano, respectivamente.

A tendência genética dos efeitos aditivos diretos e a tendência fenotípica para a característica peso aos 450 dias (P450), de bovinos Nelore da Amazônia Legal, encontram-se na Figura 8.

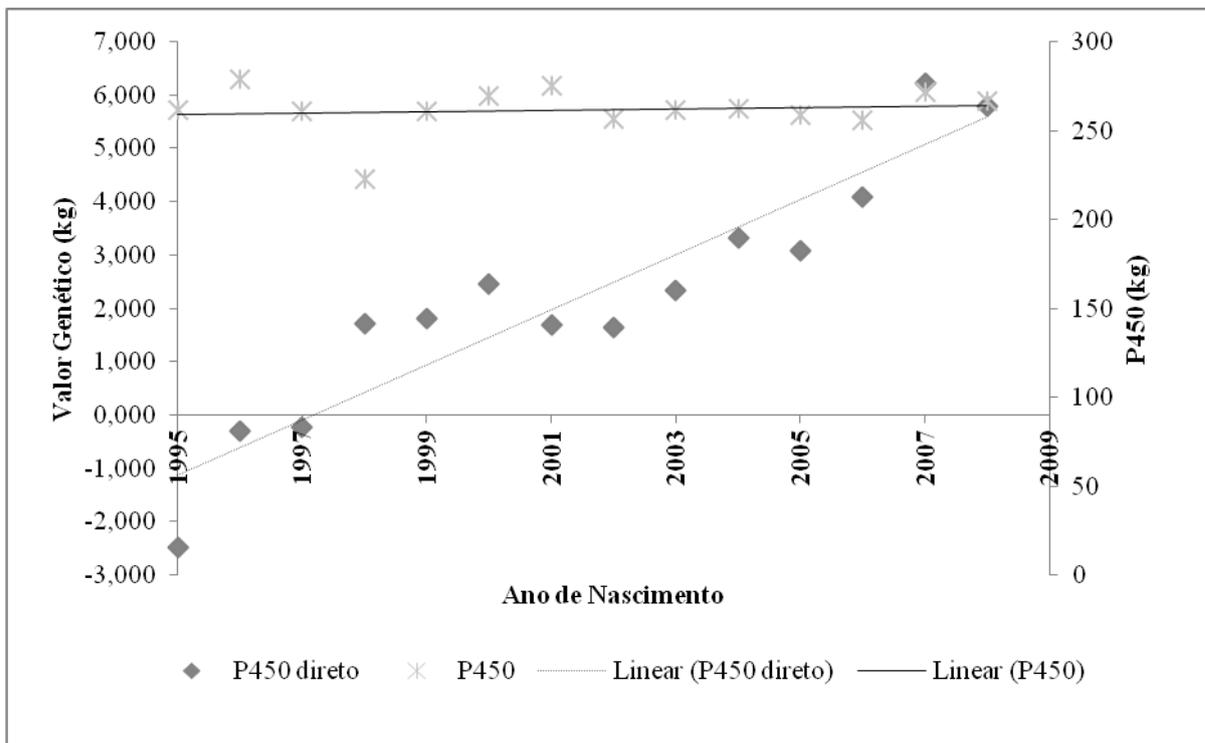


Figura 8. Tendência genética e fenotípica para peso aos 450 dias de idade, em animais da raça Nelore criados na Amazônia Legal.

A estimativa da tendência genética para P450 dias foi de 0,52 kg/ano, apresentando R-quadrático alto e significativo ($R^2 = 0,869$), semelhante ao resultado encontrado por Lima et al. (2005), onde estimaram tendência genética de 0,53 kg/ano, ambos os resultados foram baixos em comparação aos valores estimados por Guidolin et al. (2009), os quais estudaram associações genéticas entre características de crescimento pós-desmame em bovinos da raça

Nelore no estado do Mato Grosso do Sul e obtiveram estimativas também positivas de tendência genética de 0,89 kg/ano para P450 dias. Vieira et al. (2004), avaliaram a evolução das características de crescimento, porém em rebanhos da raça Guzerá e observaram um ganho genético de 0,22 kg/ano para o peso aos 450 dias de idade. Porém, a tendência fenotípica, apresentou R-quadrático inferior ($R^2 = 0,012$).

Resultados indicando baixo progresso fenotípico são comuns (Figuras 6, 7 e 8), principalmente quando estimados para rebanhos criados em ambientes distintos, submetidos aos mais diversos sistemas de produção, como é o caso do gado de corte no Brasil, conforme relatado por Euclides Filho et al. (2000). Sendo assim, sugere-se a necessidade de se utilizar genótipos superiores e estimular a redução do intervalo de gerações.

As tendências fenotípicas e genéticas para a característica perímetro escrotal aos 450 dias (P450), de bovinos Nelore da Amazônia Legal, encontram-se nas na Figura 9.

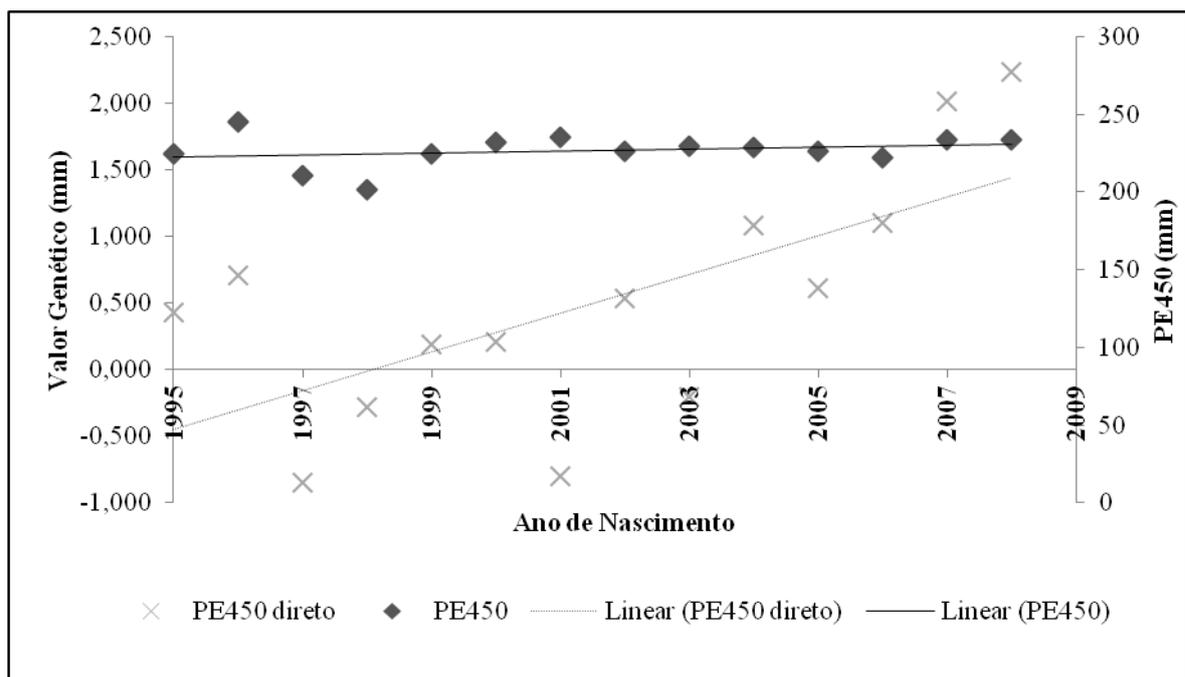


Figura 9. Tendência genética e fenotípica para Perímetro Escrotal aos 450 dias (PE450) em animais da raça Nelore criados na Amazônia Legal.

A estimativa da tendência genética para perímetro escrotal aos 450 dias foi de 0,1 cm/ano, apresentando R-quadrático alto e significativo ($R^2 = 0,422$). Sendo superior aos resultados observados por Laureano et al. (2011), apresentando ao final do trabalho tendência genética de 0,069 cm/ano, representando mudança média anual de 0,26%. As mudanças genéticas anuais foram suficientes para considerar que esta população esteja evoluindo

geneticamente em termos de aumento do perímetro escrotal. Utilizando informações de bovinos da raça Nelore selecionados, Cyrillo et al. (2001) obtiveram maior valor de mudança genética para o perímetro escrotal (0,31cm/ano), superior ao do presente trabalho.

A tendência fenotípica apresentou-se muito baixa em relação à tendência genética, apresentando R-quadrático baixo ($R^2 = 0,055$), porém significativo. Observa-se, graficamente, que a mudança ao longo dos anos foi próxima a zero, com a linha de tendência quase paralela ao eixo X.

As tendências fenotípicas e genéticas para a característica idade ao primeiro parto (IPP), de bovinos Nelore da Amazônia Legal, encontram-se na Figura 10.

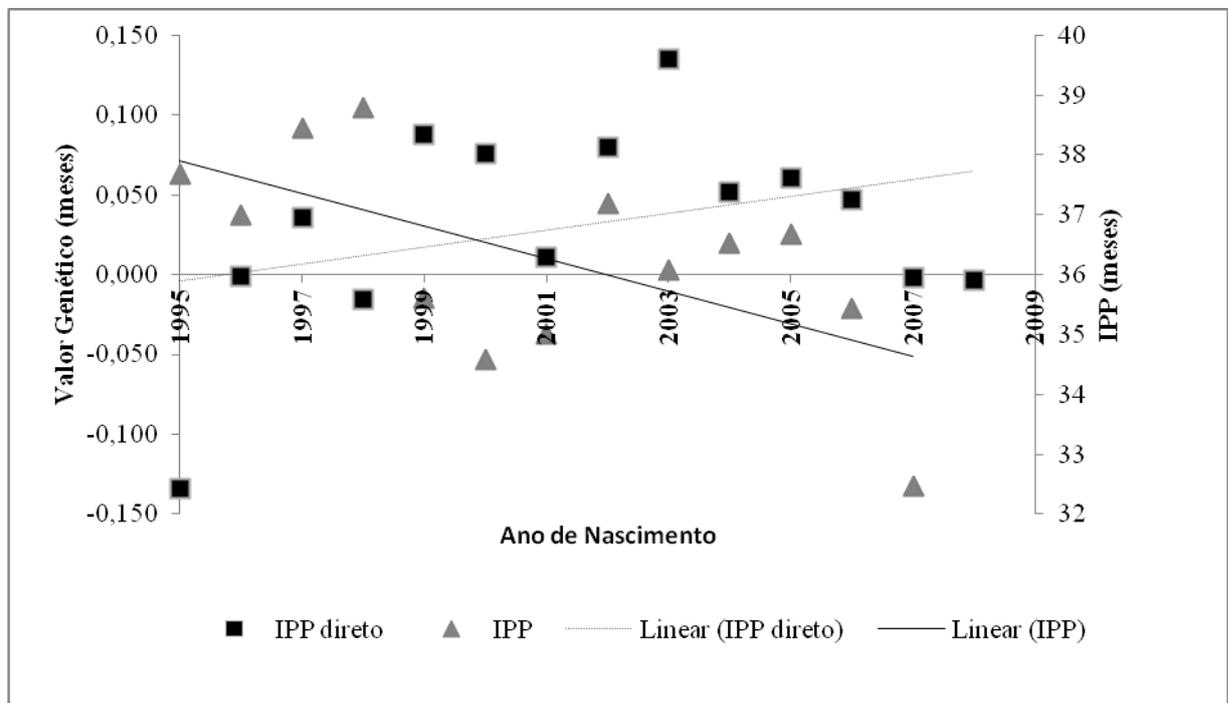


Figura 10. Tendência genética e fenotípica para Idade ao Primeiro Parto (IPP), em animais da raça Nelore criados na Amazônia Legal.

A estimativa de tendência fenotípica para idade ao primeiro parto foi de 0,272 meses/ano, apresentando R-quadrático alto e significativo ($R^2 = 0,387$), em comparação à tendência genética, a qual foi de 0,005 meses/ano, apresentando R-quadrático baixo e não significativo ($R^2 = 0,118$), semelhante ao resultado encontrado por Holanda et al. (2004), o qual relatou para a idade ao primeiro parto, estabilidade na tendência genética no primeiro período considerado, sendo ela considerada nula, com valor de -0,003 (0,06) dias/ano. Entretanto, no período de 1996 a 2006, obtiveram-se melhorias consideráveis na tendência genética, com valor de -3,024 (0,04) dias/ano, indicando redução considerável em tal

característica. Esse resultado pode ser explicado em razão da exposição das fêmeas em idades mais jovens na estação de monta, o que permite que alguns animais expressem seu potencial genético para precocidade sexual. Assim, a seleção que vem sendo praticada nos últimos anos está proporcionando melhorias na eficiência reprodutiva do rebanho, com a redução na idade ao primeiro parto das fêmeas.

Utilizando informações de animais da raça Gir, Balieiro et al. (1999) relataram tendência genética para IPP de 0,008 meses/ano, também semelhante ao valor relatado no presente trabalho. Segundo esses autores, mudanças de pequena magnitude observadas em algumas características reprodutivas podem ser parcialmente explicadas pela pequena variabilidade genética, em razão da utilização de estações de monta com períodos curtos. Outro fator que contribui para a estimação de variâncias genéticas aditivas de pequena magnitude para a idade ao primeiro parto é o atraso na exposição de novilhas à reprodução. Isso dificulta que alguns animais expressem seu potencial genético para precocidade sexual, o que não é o caso do rebanho analisado.

Apesar de os ganhos genéticos obtidos para as características reprodutivas apresentarem valores baixos, o progresso genético deve ser considerado, pois as mudanças genéticas são estáveis, cumulativas e permanentes ao longo dos anos. Entretanto, apesar de serem estáveis, tais mudanças genéticas podem vir a não se expressar fenotipicamente como consequência das condições ambientais distintas ao longo dos anos avaliados.

6. CONCLUSÃO

Os efeitos não genéticos se mostraram importantes fontes de variação sobre as características de peso e reprodução. As estimativas de herdabilidade de média a alta magnitude evidenciam que as características estudadas podem ser utilizadas como critérios de seleção nos rebanhos da Amazônia Legal. Maiores ganhos genéticos foram observados nos níveis de maior pressão de seleção. A seleção quanto aos pesos nas diferentes idades deverá promover mudanças genéticas favoráveis no perímetro escrotal e, em menor magnitude, na idade ao primeiro parto nos rebanhos de animais da raça Nelore da Amazônia Legal.

REFERÊNCIAS

- As Raças Zebuínas: O Nelore e o Nelore mocho. [s.l.]: **ABCZ**. 2000. Disponível em: <<http://www.abcz.org.br/site/tecnica/racas/nel.php>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- ALBUQUERQUE, L.G. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para perímetro escrotal na raça Nelore, usando regressão aleatória. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 19., 2005, Tampico. **Anais...** Tampico: Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 2005. (CD-ROM).
- ALBUQUERQUE, L.G.; EL FARO, L. Comparações entre os valores genéticos para características de crescimento de bovinos da raça Nelore preditos com modelo de dimensão finita o infinita. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.238-246, 2008.
- ALENCAR, M. M. et al. Parâmetros genéticos para peso e circunferência escrotal em touros da raça Canchim. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.572-583, 1993.
- ALENCAR, M.M. Critérios de seleção em bovinos de corte. In: CURSO DE MELHORAMENTO DE GADO DE CORTE DA EMBRAPA – GENEPLUS, 9., 2003, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2003. (CD-ROM).
- AMARAL, C. O. **Efeito da endogamia sobre a reprodução e crescimento de bovinos na raça Nelore**. 1986. 114 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 1986.
- AZEVEDO, D. M. M. R. et al. Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no Norte e Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.988-996, 2006.
- BALIEIRO, E.S. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e de tendência fenotípica, genética e de ambiente de algumas características reprodutivas na raça Gir. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.51, p.371-376, 1999.
- BERGMANN, J. A. G. et al. Estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.48, n.1, p.69-78, 1996.
- BERGMANN, J. A. G. Seleção de zebuínos para precocidade sexual. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1999.
- BIFFANI, S. et al. Características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore criados a região Nordeste do Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p.202.
- BOLDMAN, K.G. et al. **A Manual for use of MTDFREML. a set of programs to obtain estimates of variance and covariance [Draft]**. Lincoln: Department of Agriculture, Agriculture Research Service, 1995. 115 p.
- BOLIGON, A.A. et al. 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.
- BOLIGON, A.A. et al. Parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto estimados por diferentes modelos para rebanhos da raça Nelore. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.432-436, 2008.

CAMPÊLO, J. E. G. et al. Maternal effects on the genetic evaluation of Tabapuã beef cattle. **Genetics and Molecular Biology**, v.27, n.4, p.517-521, 2004.

CAVALCANTE, F. A. et al. Período de gestação em rebanho Nelore da Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1451-1455, 2001.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: Editora Universidade Federal de Viçosa, 2005. 394p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa. 1997. 390p.

CYRILLO, J. N. S. G. et al. Modelagem e estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos para pesos do nascimento à seleção (378 dias) de machos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1405-1415, 2004.

CYRILLO, J. N. S. G. 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. et al. Estimativas de herdabilidade para idade ao primeiro parto de novilhas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.97-102, 2004.

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

DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. de. Pastagens no ecossistema do trópico úmido. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: alternativas viáveis visando a sustentabilidade dos Ecossistemas de produção de ruminantes nos diferentes Ecossistemas, 2005, Goiânia, **Anais...Goiânia: SBZ**. p. 95-104, 2005.

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

EUCLIDES FILHO, K. **Melhoramento genético animal no Brasil: fundamentos, história e importância**. Campo Grande: EMBRAPA/CNPGC, 1999. 63 p. (EMBRAPA/CNPGC, Documentos, 75).

EUCLIDES FILHO, K. et al. Tendência Genética na raça gir. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4, p.787 -791, 2000.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Trad. Martinho de Almeida e Silva; José Carlos Silva. Viçosa. Universitária da Universidade Federal de Viçosa. 1981.

FARIA, C. U. et al. Análise genética do peso e perímetro escrotal ao sobreano de bovinos da raça Nelore utilizando a amostragem de Gibbs. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. **Anais... Pirassununga**, 2004.

FARIA, L. C. **Estudo genético quantitativo de características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça brahman no Brasil**. 2006. 117 f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

FERNANDES, H. D.; FERREIRA, G.B.B.; RORATO, P. R. N. Tendências e parâmetros genéticos para características pré-desmama em bovinos da raça Charolês criados no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.321-30, 2002.

FERRAZ FILHO, P. B. **Análise e tendência genética de pesos em bovinos da raça Nelore Mocha no Brasil**. Jaboticabal, 1996. 163 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista.

FERRAZ FILHO, P.B. **Avaliação genética do desenvolvimento ponderal de bovinos da raça Tabapuã no Brasil**. Botucatu, 2001. 135 f. Tese (Doutorado em Genética) - Instituto de Biociências - Universidade Estadual Paulista.

FERRAZ FILHO, P.B. et al. Tendência genética dos efeitos direto e materno sobre os pesos à desmama e pós-desmama de bovinos da raça Tabapuã no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.635-640, 2002.

FERRAZ FILHO, P. B. et al. Alternative animal models to estimate heritabilities and genetic correlations between direct and maternal effects of pre and post weaning weights of Tabapuã cattle. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.12, n.3, p.119-125, 2004.

FERRAZ, J. B. S.; ELER, J. P. Seleção de *Bos indicus* para precocidade sexual. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, n.2, p.167-171, 2007.

FREITAS, A. R. Avaliação de Procedimentos na Estimação de Parâmetros Genéticos em Bovinos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.94-102, 2000.

FRIDRICH, A. B. et al. Interação genótipo \times ambiente e estimativas de parâmetros genéticos de características ponderais de bovinos Tabapuã. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.5, p.663-672, 2005.

FRIES, L. A.; ALBUQUERQUE, L. G. Pressuposições e restrições dos modelos animais com efeitos maternos. In: COSTA, M. J. R. P.; CROMBERG, V. U. C. Comportamento materno em mamíferos. **Bases teóricas e aplicações aos ruminantes domésticos**. ETCO, UNESP, Jaboticabal, 1998.

GARCIA D. A. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto e produtividade acumulada de fêmeas em um rebanho da raça Nelore. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 7., São Carlos, 2008. **Anais...** São Carlos, 2008.

GARNERO, A. del V. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para características em critérios de seleção em gado de corte. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998.

GARNERO, A. del V. et al. Comparación entre criterios de selección para características de crecimiento correlacionados con edad al primer parto en la raza Nelore. **Livestock Research for Rural Development**, v.13, n.2, 2001.

GARNERO, A. Del V. et al. Estimação de parâmetros genéticos entre pesos pré e pós-desmama na raça Nelore. **Archivos de zootecnia**, v.59 n.226, p.306-310, 2010.

GRESSLER, S. L. **Estudo de fatores de ambientes e parâmetros genéticos de algumas características reprodutivas em animais da raça Nelore**. Belo Horizonte: Universidade

Federal de Minas Gerais, 1998. 72 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1998.

GUIDOLIN, D. G. F. et al. Interação genótipo-ambiente em características de crescimento de bovinos da raça Nelore criados nos Estados de Goiás e São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 54., Salvador: Bahia. **Anais....** Salvador: SBG. 2008.

GUIDOLIN, D.G.F. et al. Associações genéticas entre características de crescimento pós-desmame em bovinos da raça Nelore no Estado do Mato Grosso do Sul. In: 46 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá: PR. **Anais...Maringá.** 2009.

GUNSKI, R. J. et al. Idade ao primeiro parto, período de gestação e peso ao nascimento na raça Nelore. **Ciência Agrônômica**, v.32, n.1/2, p.46-52, 2001.

GUTERRES, L.F.W. et al. Efeito da inclusão da covariância genética aditiva direta-materna no modelo de análise sobre a magnitude das estimativas de parâmetros genéticos preditos para ganho de peso na raça Brangus. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.3, p.809-814, 2007.

HOHENBOKEN, W. D.; BRINKS, J. S. Relationships between direct and maternal effects on growth in Herefords: Partitioning of covariance between relatives. **Journal of Animal Science**. v.32, p.26-34, 1971.

HOLANDA, M.C.R. et al. Tendências genéticas para crescimento em bovinos Nelore em Pernambuco, Brasil. **Arquivos de zootecnia**, v.53, p.185-194. 2004.

HOMMA, A.K.O.; COSTA N.A. da; MOURA CARVALHO, L.O.D. de. Avaliação econômica da produção de carne na engorda de bovinos. In: COSTA, N.A. da; **Produção da pecuária municipal 2003-2004**. Rio de Janeiro: IBGE, [200?] Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=499&id_pagina=1>. Acesso em nov. 2010.

HOMMA, A. K. O. “Amazônia: como aproveitar os benefícios da destruição?”. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v.19, n.54, 2005.

HOMMA, A. K. O. et al. **Criação de bovinos de corte no Estado do Pará**. Embrapa Amazônia Oriental, Sistemas de Produção, 3 ISSN 1809-4325 Versão Eletrônica. Dez./2006.

IBGE. **Contagem da população**. 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/default.shtm>>. Acesso em: 26 fev. 2010.

IBGE. **Mapas de Biomas**. 2004. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>>. Acesso em: 23 fev. 2009b.

INPE. **Projeto Prodes**: Monitoramento da Floresta Amazônia Brasileira por Satélite. Coordenadoria Geral de Observação da terra – OBT. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.html>>. Acesso em: 23 fev. 2009

LANNA, D. P. Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1997. p.41-78.

- LAUREANO, M. M. M. et al. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.143-152, 2011.
- LIMA, A. E. S. et al. Efeitos genéticos diretos e maternos e suas tendências em pesos à desmama de bovinos da raça nelore mocha, na região pecuária de Goiás. **Archives of Veterinary Science**. v.10, n.2, p.69-74, 2005.
- LIRA, T.; ROSA, E. M.; GARNERO, A. V. Parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte (revisão). **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, p.1-22, 2008.
- LÔBO, R. B. et al. Parâmetros fenotípicos e genéticos de pesos e perímetro escrotal às idades-padrão em animais da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, p.625-627, 1995.
- LÔBO, R. B. et al. **Avaliação genética de animais jovens, touros e matrizes**. Ribeirão Preto – Departamento de Genética – FMRP – USP. 77p. 1996.
- LÔBO, R. B. et al. **Avaliação genética de animais jovens, touros e matrizes**. Ribeirão Preto: GEMAC – Departamento de Genética/ Universidade de São Paulo, 1997. 65p.
- LÔBO, R. N. B.; MADALENA, F.E.; VIEIRA, A.R. Average estimates of genetic parameters for beef and dairy cattle in tropical regions. **Animal Breeding Abstracts**, v.68, n.6, p.433-462, 2000.
- LÔBO, R. N. B. et al. Genetic parameters for growth traits of zebu cattle in the semi-arid region of Brazil. **Ciência Animal**, v.10, n.1, p.7-12, 2000.
- LÔBO, R. B. et al. **Avaliação genética de animais jovens, touros e matrizes**. Ribeirão Preto: GEMAC/FMRP/USP, 2003. 86p.
- LÔBO, R. B. et al. **Avaliação genética de touros e matrizes da raça Nelore: Sumário 2004**. Ribeirão Preto, GEMAC – Departamento de Genética – FMRP – USP, 122p. 2004.
- LÔBO, R. B. et al. **Avaliação Genética de touros e matrizes da raça Nelore: Sumário 2009**, Ribeirão Preto, ANCP, v.15, n.2, 88p., 2009.
- LOPES, P. S. **Teoria do Melhoramento Animal**. 1.ed. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2005. 118p.
- McMANUS, C. M. et al. Componentes reprodutivos e produtivos no rebanho de corte da Embrapa Cerrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.648-657, 2002.
- MAGNABOSCO, C. de U. et al. **Catálogo de linhagens do germoplasma zebuino: raça Nelore**. Brasília: Embrapa-Cenargen, 1997. 52p. (Documento 23).
- MAGNABOSCO, C. de U. et al. Simulação da evolução do rebanho considerado potencial de crescimento e habilidade materna como critérios de seleção em bovinos de corte. **Boletim de Pesquisa de Desenvolvimento**, 2009.
- MALHADO, C.H.M. et al. Efeito da incorporação da covariância entre os efeitos direto e materno sobre a análise para a característica dias para ganhar 160 Kg. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, n.41, p.14-19, 2004.

MALHADO, C.H.M. et al. Tendência genética para características relacionadas a velocidade de crescimento de bovinos Nelore na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.60-65, 2005.

MARCONDES, C. R. **Análises de alguns critérios de seleção em gado de corte visando precocidade de crescimento na raça Nelore**. 1999, 71 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte.

MARCONDES, C. R. et al. Estudo de modelo alternativo para estimação de componentes de (co)variância e predição de valores genéticos de características de crescimento em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.1, 2002.

MARIANTE, A.S. et al. 1985. **Resultados do controle de desenvolvimento ponderal**. Raça Nelore 1975/1984. Campo Grande □ EMBRAPA CNPGC, 88p. (documentos, 25).

MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R. B. Estimates of genetic correlations between escrotal circumference and offspring age at first calving in Nelore cattle. **Revista Brasileira de Genética**, v.14, n. 1, p.209-212, 1991.

MARTINS FILHO, R. et al. Características de crescimento em bovinos Zebus criados nos estados do Ceara, Piauí e Maranhão. In: SIMPÓSIO DE MELHORAMENTO ANIMAL, Ribeirão Preto, 1996. **Anais...** Ribeirão Preto: SBMA - Viçosa, 1996. 303p.

MARTINS, G. A. et al. Influência dos fatores genéticos e de meio sobre o crescimento de bovinos da raça Nelore no estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.103-107, 2000.

MERCADANTE, M. E. Z. **Estudo das relações genético-quantitativas entre características de reprodução, crescimento e produção em fêmeas da raça Nelore**. Ribeirão Preto, 1995. 96 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo.

MERCADANTE, M. E. Z.; LÔBO, R. B. Estimativas de (co)variâncias e parâmetros genéticos dos efeitos direto e materno de características de crescimento de fêmeas de um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1124-1133, 1997.

MERCADANTE, M. E. Z. et al. Estimativas de (co) variâncias entre características de reprodução e de crescimento e fêmeas de um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.997-1004, 2000.

MEYER, K.; CARRICK, M. J.; DONNELLY, B. J. P. 1994. Genetic parameters for Milk production of australian beef cattle cows and weaning weight of their calves. **Journal of Animal Science**, 72: p.1155-1165, 1994.

MISZTÁL, I. **Computer programs**. 2001. Disponível em: <<http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/programs.html>>. Acesso em: 20/04/2010.

MISZTÁL, I. Reliable computing in estimation of variance components. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 125, p.363-370, 2008.

MONTEIRO, E. M. M. et al. Valor nutritivo da leguminosa *Pueraria phaseoloides* como alternativa na suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental. **Ciência Rural**, v.39, n.2, p.613-618, 2009.

MUCARI, T. B.; OLIVEIRA, J. A. Análise genético quantitativa de pesos aos 8, 12, 18 e 24 meses de idade em um rebanho da raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1604-1613, 2003 (supl.1).

NOBRE, P. R. C. et al. Analyses of growth curves of Nelore cattle by multiple trait and Random Regression models. **Journal of Animal Science**, v.81, p.918-926, 2003.

NOMELINI, J. **Aplicação de metodologias de extração de conhecimentos em pesquisas e gerenciamento de programa de melhoramento genético em bovinos da raça Nelore**. 2006. 113f. Dissertação (Mestrado em Genética) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2006.

NOTTER, D. R. Maximizing fertility in animal breeding programs. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 11, Minas Gerais, 1995. **Anais...** Minas Gerais, 10-14 jul. 36p. 1995 (Palestra).

NOTTER, D. R.; MC FADDEN, L.G.; BERGMANN, J. A. G. Relationship between yearling scrotal circumference and measures of female reproduction in Angus cattle. In: BEEF IMPROVEMENT FEDERATION, 25., 1993, Asheville, NC, **Proceeding...** Asheville, NC, 1993. p. 180-184.

NKRUMAH, J. D.; LI, C.; YU, J. et al. Polymorphisms in the bovine leptin promoter associated with serum leptin concentration, growth, feed intake, feeding behavior, and measures of carcass merit. **Journal of Animal Science**, v.83, n.1, p.20-28, 2005.

OLIVEIRA, M. M. et al. Herdabilidade e correlações genéticas do perímetro escrotal e idade ao primeiro parto com características produtivas em bovinos de corte: Revisão. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.2, p.141-146, 2007.

PANETO, J. C. C. et al. Estudo de características quantitativas de crescimento dos 120 aos 550 dias de idade em gado Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p. 668-674, 2002.

PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Correlações entre perímetro escrotal entre algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1676-1683, 2000.

PEREIRA, E. et al. Análise genética da idade ao primeiro parto e do perímetro escrotal em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.53, n.1, p.116-121, 2001.

PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 5.ed. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2008. 618p.

PEROTTO, D. O. **Efeito materno no melhoramento de gado de corte**. In: Curso de Melhoramento de Gado de Corte da EMBRAPA GENEPLUS, 4., Campo Grande, 2000.

PIMENTA FILHO, E. C. et al. Estimativas de herdabilidade de efeitos direto e materno de característica de crescimento de bovinos Guzerá, no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1220-1223, 2001.

PIMENTEL, C. A. et al. Desenvolvimento testicular e corporal em touros de corte. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.8, n.1, p.27-33, 1984.

PINTO, P. A. **Análise da morfologia testicular e da produção e características do sêmen de reprodutores zebus da raça Nelore**. Ribeirão Preto, 1987. 87f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

PLASSE, D. et al. Genetic and non-genetic trends for calf weights in a *Bos indicus* herd upgraded to pedigree Brahman. **Livestock Research for Rural Development**, v.16, n.7, 2004.

QUIRINO, C. R.; BERGMANN, J. A. G. Heritability of scrotal circumference unadjusted for body weight in Nelore bulls using univariate and bivariate animal models. **Theriogenology**, v.49, n.7, p. 1389-1396, 1998.

QUIRINO, C. R. **Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares, características seminais e libido em touros Nelore**. Belo Horizonte, 1999. 78f. Tese (Doutorado). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.

RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; TROVO, J. B. F. Intensidade de seleção e respostas diretas e correlacionadas em 10 anos de progênes de bovinos das raças Nelore e Guzerá selecionados para peso pós-desmame. **Boletim da Indústria Animal**, v.50, n.2, p.147-163, 1993.

REYES, A. B. et al. Variabilidade genética de características de crescimento alternativa para a seleção em gado de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997. **Anais...** Juiz de fora: SBZ, 1997. P.245-247.

RIBEIRO, M. N. et al. Herdabilidade para efeitos diretos e maternos de características de crescimento de bovinos Nelore no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1224-1227, 2001.

RIBEIRO, A.C.; McALLISTER, A.J.; QUEIROZ, S.A. Efeito das taxas de descarte sobre medidas economicas de vacas leiteiras em Kentuck. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6 (Supl.1), p.1737-1746, 2003.

ROCHETTI, R. L. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para características reprodutivas em bovinos da Raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal, **Anais...** Jaboticabal, 2007.

SAS – Statistical Analysis System. **SAS user's guide for windows environment**. 8.02 ed. Cary, SAS Institute Inc., 2001.

SAS – Statistical Analysis System. **SAS Users Guide: Statistics**, Version 9.1. Cary, NC, SAS Institute Inc., 2002.

SANTIAGO, A. A. Os cruzamentos na pecuária bovina. [s.1]: Instituto de Zootecnia, 1975., 549p.

SCHWENGBER, E.B. et al. Produtividade acumulada como critério de seleção em fêmeas da raça Nelore. **Ciência Rural**, v.31, n.3, p.483-486, 2001.

SESANA, R. C. **Estimativas de parâmetros genéticos para perímetro e volume escrotal, medidos em diferentes idades em animais da raça Nelore**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2005. 40f. Trabalho de Iniciação Científica (Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2005.

SILVA, M.G.V.B. et al. Estimativas de tendência genética para características produtivas em um rebanho do ecótipo Mantiqueira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.5, p. 1466-1475, 2001.

SILVEIRA, J. C. et al. Fatores ambientais e parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas em um rebanho Nelore no Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1432-1444, 2004.

SIQUEIRA, R. L. P. G. et al. Análise da variabilidade genética aditiva de características de crescimento na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.99-105, 2003.

SOUZA J., C. et al. Fatores do ambiente sobre o peso ao desmame de bezerros da raça Nelore em regiões tropicais brasileiras. **Ciência Rural**, 30: p.881-885, 2000.

SUDAM. **Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. Amazônia Legal 2010. Disponível** em: http://www.ada.gov.br/index.php?option=com_content&task=section&id=9&Itemid=47. Acesso em: 13/05/2010.

TONHATI, H.; MARCONDES, C. R.; LÔBO, R. B. Sumários e Aplicações. In: WORKSHOP SELEÇÃO EM BOVINOS DE CORTE, 5., 2003, Salvador. **Anais...**, Salvador: [s.n], 2003.

TORAL, F. L. B. et al. Interação genótipo ambiente \times ambiente em características de crescimento de bovinos da raça Nelore no Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1445-1455, 2004

VAL, J. E. **Alternativas para seleção e touros da raça Nelore considerando características múltiplas e interesse econômico**. 2006. 67 f. Tese (Doutorado) – FMRP/USP, Ribeirão Preto, 2006.

VAN MELIS, M. H. et al. Estimação de parâmetros genéticos em bovinos de corte utilizando os métodos de máxima verossimilhança restrita e \mathfrak{R} . **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1624-1632, 2003 (Supl.1).

VIEIRA, H.C.M. et al. Evolução das características de crescimento em rebanhos da raça Guzerá participantes de programa de melhoramento genético. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga-SP. **Anais...** Pirassununga: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2004.

VOZZI, P.A. **Análise da estrutura e variabilidade genética dos rebanhos do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore**. Ribeirão Preto, 77 f. **Dissertação** (Mestrado). Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. USP. 2004.

YOKOO, M. J. I. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p. 1761-1768, 2007.