**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"**
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**
**CÂMPUS DE JABOTICABAL**

# EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE FÊMEAS NELORE.

**Aila Loise Ribeiro Tanaka**
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Fevereiro de 2010

# Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"**
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**
**CÂMPUS DE JABOTICABAL**

# EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE FÊMEAS NELORE.

**Aila Loise Ribeiro Tanaka**

**Orientadora: Profª. Drª. Sandra Aidar de Queiroz**
**Orientador: Dr. Roberto Carvalheiro**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Genética e Melhoramento Animal.

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Fevereiro de 2010

Tanaka, Aila Loise Ribeiro Tanaka
**T161e** Eficiência reprodutiva de fêmeas Nelore / Aila Loise Ribeiro Tanaka. – – Jaboticabal, 2010
v, 103 f.; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010
Orientador: Sandra Aidar de Queiroz
Banca examinadora: Danísio Prado Munari, João Ademir de Oliveira, Lenira El Faro Zadra, Vânia Cardoso
Bibliografia

1. Habilidade de permanência. 2. Índice de seleção. 3. Retorno maternal. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

**CDU 636.2:636.082**

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

**AILA LOISE RIBEIRO TANAKA –** nascida em 1982, em São Bernardo do Campo, São Paulo. Graduou-se em Zootecnia no ano de 2005 pela Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" – UNESP, Campus de Jaboticabal. Em março de 2006 ingressou no curso de mestrado, transferindo-se posteriormente, para o curso de doutorado do programa de Genética e Melhoramento Animal, pela mesma instituição. Em 2005, iniciou como estagiária da central de inseminação artificial CRV Lagoa, após passou a compor a equipe de colaboradores desta empresa até 2009, em que exerceu diversas funções no programa de melhoramento genético de bovinos de corte – PAINT®, no programa de acasalamento de raças leiteiras – SireMatch® e coordenou o setor de gestão de informação de mercado. Participou ativamente da coordenação dos testes de performance CP CRV Lagoa® nas edições de 2007, 2008 e 2009.

*"Determine que algo pode e deve ser feito e, então, você achará o caminho para fazê-lo."*

*Abraham Lincoln*

*Ofereço*

*À minha professora, pelo exemplo de caráter e profissionalismo.*

*Por me fazer entender que a vida é muito mais do que aquilo que me angustiava!*

*Dedico*

*À minha amada família Tanaka, Pizzi & Walk!*

*Ao meu Amor por toda a felicidade que trouxe para a minha vida...*

*À vocês, todo o meu amor...*

# Agradecimentos

Aos meus pais, Paulo e Nice, pelo esforço contínuo em proporcionar condições para que eu pudesse estudar. Pela dedicação, amor e carinho com que me educaram para que eu fosse o que sou hoje, uma pessoa de sucesso, em todos os sentidos!

Ao meu amado marido Vladimir, co-adjuvante nesta tese, por ter somado em cada momento. Otimista, me incentivou, me abrançando e sorrindo quando as análises não convergiram e comemorando cada etapa concluída, fazendo com que tudo fosse mais fácil. Sem você, eu nada seria... ♪ I´m yours... ♪

À Laís, pela docilidade de sua companhia e ao Borís, por me interromper a concentração com suas travessuras.

Ao meu irmão Alisson e minha cunhada Glaucia (Caracu) pelo carinho e apoio incondicional.

Aos meus sobrinhos Paulinho, Aninha, Jull e Flore pelo incentivo em cada sorriso recebido, pela alegria oferecida em cada encontro.

Aos meus sogros, Henk e Elizabeth, e meus cunhados, Natasha e Maurice, pela compreensão de minha ausência e torcida pelo meu sucesso.

À minha orientadora, Profª. Drª. Sandra Aidar de Queiroz pelos ensinamentos e confiança em mim depositada ao longo dos 10 anos que estamos juntas.

Ao Prof. Dr. Luiz Alberto Fries e ao meu co-orientador, Dr. Roberto Carvalheiro que me ensinaram a dar os primeiros passos dessa caminhada.

Ao programa Paint® da CRV Lagoa pela cessão dos dados utilizados nesta tese.

*A equipe do programa Paint®, pela oportunidade de aprendizado diário e momentos únicos.*

*Aos criadores e principalmente, a equipe de campo das fazendas parceiras do programa pela dedicação na coleta de dados e cuidados com os animais.*

*As bancas de qualificação e defesa, pela disponibilidade e sugestões para melhoria deste trabalho.*

*Aos professores e funcionários da UNESP de Jaboticabal pela dedicação e disposição determinantes na minha formação profissional.*

*A CRV Lagoa que me fez aprender a organizar o meu tempo e priorizar minhas atividades.*

*Aos colegas de pós-graduação que compreenderam a minha ausência, se dispuseram a me auxiliar e dividiram comigo seus conhecimentos: Frank Brunelli, Gabi Costa, Maira Mattar, Priscila Barros, Mariana Stein, Leonardo Senno, Haroldo Rezende, Roberta Sesana, Bruna Rosa, Guilherme Band, Roberta Zuin, Raul Rusbel, David, Denise Ayres, Fernanda Monsalves e Mauro (Prod. Vegetal).*

*Aos amigos que percorreram comigo essa caminhada e contribuíram para que eu chegasse até aqui: Rê Costa, Lyvia Flores, Shiroma, Marcelo, Sorgo, Vizinho, Mymys, Jú Sesana, Vanessa Tristão, Dani Vanzella, Lili Silva e Rodrigo Rabelo...*

*Àquelas que guardo do lado esquerdo do peito, dentro do coração... Luiza, Dri, Roberta e Marli. Vocês estavam ao meu lado quando eu mais precisava!*

*Com muito carinho... Meu muito obrigada!*

# SUMÁRIO

Página

**RESUMO**..... iv

**SUMMARY**..... v

**CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**..... 1

Introdução..... 1

Revisão de literatura..... 3

1- Programa de melhoramento genético de bovinos de corte – PAINT® da CRV Lagoa..... 3

2- Eficiência em fêmeas da raça Nelore..... 6

3- Precocidade sexual..... 8

4- Habilidade de permanência no rebanho..... 11

5- Produtividade materna..... 12

6- Aspectos econômicos da fêmea Nelore..... 14

7- Índices de seleção..... 15

Objetivo..... 20

Referências bibliográficas..... 21

**CAPÍTULO 2 – PRECOCIDADE SEXUAL DE FÊMEAS DA RAÇA NELORE**. 29

Resumo..... 29

Introdução..... 30

Material e métodos..... 33

1- Características avaliadas..... 33

2- Descrição do banco de dados..... 33

3- Consistência de dados e análises preliminares..... 34

4- Metodologia..... 36

4.1. Idade ao primeiro parto..... 36

4.2. Inclusão no rebanho..... 37

Resultados e discussão..... 42

1- Estatísticas descritiva..... 42

1.1. Idade ao primeiro parto..... 42

1.2. Inclusão no rebanho..... 42
2- Estimativas dos componentes de variância e herdabilidade..... 43
2.1. Idade ao primeiro parto..... 43
2.2. Inclusão no rebanho..... 45
Conclusões..... 48
Referências bibliográficas..... 49
**CAPÍTULO 3 – HABILIDADE DE PERMANÊNCIA NO REBANHO DE FÊMEAS DA RAÇA NELORE**..... 55
Resumo..... 55
Introdução..... 56
Material e métodos..... 59
1- Característica avaliada..... 59
2- Descrição do banco de dados..... 59
3- Consistência de dados e análises preliminares..... 60
4- Metodologia..... 62
Resultados e Discussão..... 66
Conclusões..... 73
Referências bibliográficas..... 74
**CAPÍTULO 4 – ÍNDICE BIOECONÔMICO DE SELEÇÃO DE FEMÊAS NELORE VISANDO EFICIÊNCIA REPRODUTIVA**..... 78
Resumo..... 78
Introdução..... 80
Material e métodos..... 83
1- Índice bioeconômico – RMat..... 83
2- Descrição do banco de dados..... 83
3- Consistência de dados e análises preliminares..... 85
4- Metodologia..... 86
Resultados e Discussão..... 91
1- Estatísticas descritivas..... 91
2- Estimativas dos componentes de variância e herdabilidade..... 95

3- Comparação de touros..... 95
Conclusões..... 97
Referências Bibliográficas..... 98
**CAPÍTULO 5 – IMPLICAÇÕES**..... 102

# EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE FÊMEAS DA RAÇA NELORE

**RESUMO** – Objetivou-se avaliar a eficiência reprodutiva por meio de um índice denominado retorno maternal (RMat) (kg/vaca/ano), composto pelas características: precocidade sexual (PS), permanência produtiva (PP) e produtividade materna (PM), considerando o custo de mantença (CM) da fêmea. Para o estudo, utilizou-se o banco de dados da raça Nelore do programa PAINT®, da CRV Lagoa. Inicialmente, estudos específicos da PS e da PP foram conduzidos separadamente. A idade ao primeiro parto (IPP) e a inclusão no rebanho (IReb) foram utilizadas como expressões da PS. A PP foi avaliada pela habilidade de permanência (HP) no rebanho aos 48, 60 e 72 meses de idade. Os grupos de contemporâneos foram formados pela concatenação das variáveis rebanho, ano e estação de nascimento. Os parâmetros genéticos e ambientais foram estimados mediante metodologias frequentista e bayesiana. Os valores de herdabilidade da IPP (0,02), da IReb (0,00) e da HP nas três idades estudadas (0,00) permitiram concluir que para esses rebanhos, não seria eficaz a inclusão destas em um índice econômico de seleção, pelo fato de não se apresentarem herdáveis. Sendo assim, a combinação dessas características se deu de forma fenotípica mediante o emprego do RMat. Este índice bioeconômico apresentou valor médio de 48 kg/vaca/ano e se mostrou herdável (0,45 ± 0,02). Portanto, eficaz na identificação de touros cujas filhas tenderam a ser precoces, produziram dois bezerros até os quatro anos de idade e estes, de desempenho superior para a produção de carne, sem aumentar os custos de produção. A PP até os 53 meses foi o componente que resultou em maior variação do RMat, quando houve o aumento, em uma unidade, do número de partos da fêmea. A combinação da PS, PP e PM, considerando o CM das vacas, no índice RMat, foi eficaz na identificação de touros para eficiência reprodutiva.

**Palavras-Chave:** habilidade de permanência, índice de seleção, precocidade sexual, produtividade materna, retorno maternal

# REPRODUCTIVE EFFICIENCY OF NELORE FEMALE

**SUMMARY** – The objective of this research was to evaluate the reproductive efficiency of Nelore female cattle, using the index maternal return (MatR, kg of live weight/cow/year), considering the maintenance costs (MC) of females and including the following traits; sexual precocity (SP), stayability (ST), maternal productivity (MP). For this research the data bank of the breeding program PAINT® of CRV Lagoa has been used. Initially, the specific studies of SP and ST were been done separately. The age of first calving (AFC) and inclusion in the herd (IH) were used as SP expressions. The ST was evaluated at an age of 48, 60 and 72 months. Genetics and environmental parameters were estimated based on the frequentist and bayesian methodology. With heritability values of AFC (0.02), IH (0.00) and ST (0.00) at the three different ages one could conclude that for these herds it would not be efficient to include those traits in an economic selection index, due to the fact that those would not show inheritable. Therefore the combination of these traits was done in a phenotype way through the use of MatR, which estimated an average of 48 kg/cow/year. MatR proved to be heritable (0.45 ± 0.02) and was efficient to identify sires which daughters started their reproductive life at an early age; had assiduity; daughters were calving twice until four years of age; and had offspring with higher performance for beef production without increasing the production costs. The ST until 53 months of age was the component that resulted into more MatR variation, when increasing one extra calving. The combination between SP, ST and MP, considering MC of cows, in the MatR index was efficient to indentify sires for reproductive efficiency.

**Keywords:** maternal productive, maternal return, selection index, sexual precocity, stayability

# CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.

## Introdução

Estatísticas publicadas no Anuário da Pecuária Brasileira 2009 (ANUALPEC, 2009), reportaram que a cadeia produtiva de carne registrou crescimento de 3,8 % na taxa de abate em relação a 2008. Este aumento em produção foi impulsionado pelo consumo per capita, estimado para 2009 em 31 kg de carne por habitante por ano, representando 77,5 % da produção direcionada ao consumo interno, além das exportações que também contribuíram para esse aumento. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC), o país comercializou em 2008, 2,2 mil toneladas em equivalente carcaça, gerando US$ 5,3 bilhões (ABIEC, 2009). Apesar destes resultados expressivos, os preços pagos aos produtores apresentaram queda, na ordem de 2,2 %. Porém, o preço médio da arroba para o ano de 2008 foi de R$ 83,10 para o Estado de São Paulo (ANUALPEC, 2009), considerado alto em relação aos anos anteriores. Este fato pode ser atribuído ao comportamento econômico cíclico da pecuária de corte, cujas variáveis econômicas dependem da relação de oferta e demanda de produtos, índices zootécnicos, clima e categoria animal. Por exemplo, a categoria de fêmeas, quando matrizes são destinadas à produção de bezerros, mas podem se tornar bens de consumo, quando são destinadas ao abate. Isso geralmente ocorre em anos em que o preço da arroba do boi gordo é baixo e os pecuaristas pressionados por dificuldades financeiras, comercializam fêmeas para aumentar a renda. Em conseqüência desta ação, nos próximos anos, haverá menor número de vacas em reprodução e então, falta de bezerros, gerando no futuro escassez de boi gordo. Com a diminuição da oferta, haverá aumento da demanda e dos preços, reiniciando o ciclo pecuário. Segundo estudos de Rosa & Torres Junior (2006), a ciclicidade do preço da arroba do boi gordo, normalmente é de 3 a 4 anos de mercado em alta e depois 3 a 4 anos em baixa.

Para se manter na atividade, uma das alternativas encontradas pelos produtores foi a maximização da produção sem acréscimo nos custos, de modo a atravessar a crise financeira que em 2008 foi responsável pela falência tanto de pequenas, como de grandes empresas. Shuntzemberger *et al*. (2009) ressaltaram que investir em tecnologia e definir o sistema de produção mais adequado pode ser a diferença entre ganhar e perder na pecuária de corte. Mediante o emprego de tecnologias é possível trabalhar o aumento da produtividade de diversas formas, sendo uma delas a seleção de animais em busca do incremento nos valores genéticos de características produtivas.

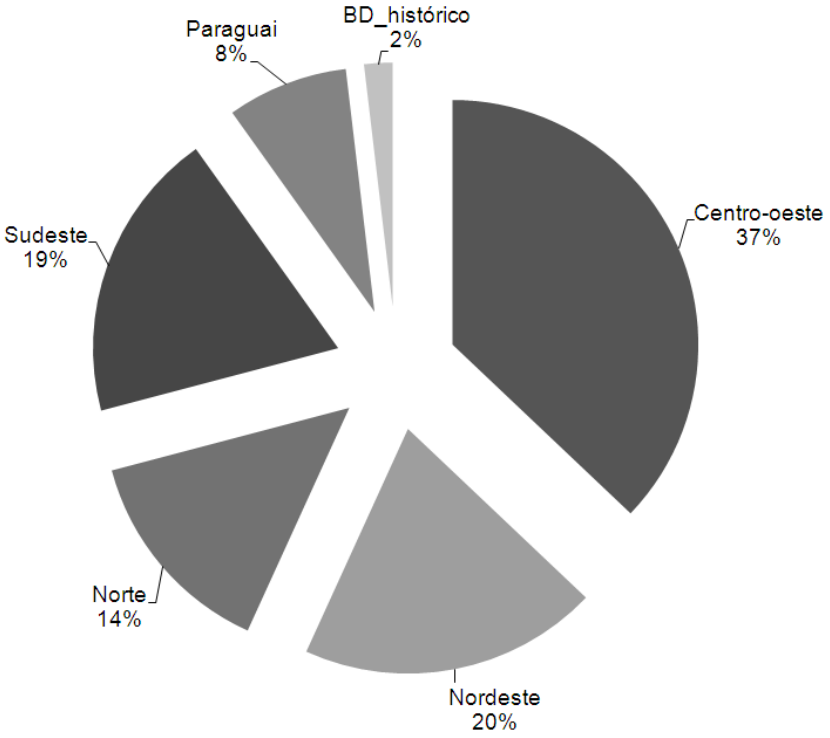
Há tempos, os programas de melhoramento têm dado ênfase à seleção de características de desenvolvimento ponderal, muito provavelmente, pela associação de animais machos, com maior ganho de peso, com o produto final, carne. No entanto, as matrizes de um rebanho são o alicerce da criação e seus desempenhos são decisivos para uma pecuária de sucesso, pois são elas quem produzem os “frutos”. Contudo, a eficiência reprodutiva de fêmeas ainda não é abordada de forma direta nos índices empíricos de seleção aplicados por programas de melhoramento genético comerciais. O perímetro escrotal tem sido amplamente utilizado como característica indicadora da precocidade sexual tanto em machos, quanto em fêmeas, principalmente, por ser de fácil mensuração e apresentar correlações genéticas favoráveis, como por exemplo, de 0,46 com probabilidade de prenhez aos 14 meses (SILVA *et al.*, 2002) e de -0,22 com idade ao primeiro parto (PEREIRA *et al*., 2000). Desta forma, touros destaques para perímetro escrotal apresentaram filhas precoces sexualmente, com menor idade ao primeiro parto e com maior probabilidade de prenhez aos 14 meses.

Conscientes de que um rebanho e sua produtividade são mantidos pela qualidade das fêmeas que o compõem, uma vez que estas têm função existencial de produção de bezerros, faz-se necessário estudar especificamente características que avaliem a precocidade sexual, a habilidade de permanência e produtividade materna (expressa pelo desempenho de características de produção de sua progênie), bem como a melhor maneira de aplicá-las conjuntamente, através de índices em um processo de seleção.

## Revisão de Literatura

### 1- Programa de melhoramento genético de bovinos de corte – PAINT® da CRV Lagoa.

O conjunto de dados utilizado nessa pesquisa pertence ao programa de melhoramento genético de bovinos de corte – PAINT®, da CRV Lagoa. Fundado em 1994, este programa oferece aos seus parceiros, ferramentas necessárias para promover o melhoramento genético dos rebanhos em um sistema de seleção em ciclo curto para produção em pasto. Atualmente, o PAINT® controla cerca de 130 mil matrizes, pertencentes a 160 rebanhos. Na Figura 1 são apresentadas as distribuições dos rebanhos, nas regiões do Brasil e também no Paraguai, cujo banco de dados compõe o programa PAINT®.




(*) BD_histórico = Banco de dados histórico do programa.

Figura 1. Distribuição dos rebanhos participantes do banco de dados PAINT®.

As fazendas participantes possuem estruturas simplificadas, porém, funcionais. Pastos sub-divididos e cercados, com boa distribuição de cochos e bebedouros, curral com divisórias e com brete de contenção funcional para pesagem, inseminação artificial, entre outros manejos necessários para garantir a sanidade do rebanho. Possuem ainda organização das fichas e cadernetas de campo, bem como um computador de razoável qualidade onde são lançados os dados coletados em *software* específico do programa. Esse possui travas de pré-consistência, aumentando a confiabilidade nas informações arquivadas e, por transferência automática via internet, alimentam e formam o banco de dados do programa, cuja base fica na central de inseminação da CRV Lagoa, em Sertãozinho, SP.

Até 2005, os animais eram cadastrados no sistema A17 (17 caracteres alfanuméricos que concatenavam informações de rebanho (3), identificação (12) e ano de nascimento (2)). Após, com a implantação do software de coleta de dados próprio do programa, o PAINT Fazenda®, passou-se a cadastrar os animais em A12 (12 caracteres alfanuméricos que concatenam informações do programa de melhoramento ao qual pertence e se é ou não registrado como puro de origem na associação da raça (1), rebanho (3), identificação (5) e ano de nascimento (2)) que apesar de ser mais informativo quando comparado ao A17, difere-se pela diminuição dos caracteres destinados à identificação animal. Sendo assim, dificulta a criação de nomes complexos, principalmente aqueles que repetem o nome do touro de sêmen pai do produto, incentivando mais o uso de numeração como identificação. Essa modificação foi necessária para garantir a identificação única do animal e facilitar as ações de consolidação de dados de touros que possuem filhos em outros programas de melhoramento da raça Nelore.

As informações coletadas e registradas neste software são as necessárias para avaliar o ciclo completo de vida do animal. Informações como identificação da matriz, do sêmen utilizados no primeiro e segundo eventual serviço, data de início e de término do período de repasse, se esse foi individual ou com mais de um touro, diagnóstico de gestação, data de parição, sexo do bezerro, escore de peso ao nascimento; data da pesagem, peso e escores visuais de conformação (C), precocidade (P), musculatura

(M) e umbigo à desmama e ao sobreano, temperamento e circunferência escrotal ao sobreano, peso da matriz no momento da apartação de seu bezerro na ocasião da desmama. Os pesos são coletados mediante o período de jejum total (sem acesso à água e alimentação) de 12-14 horas e os escores visuais de CPM como medidas relativas ao grupo de contemporâneos, enquanto o umbigo e o temperamento, mediante escores cuja escala é de medidas absolutas. Todas as movimentações do gado nos pastos são feitas por meio de grupos de manejo e informadas no *software,* visando não prejudicar a formação dos grupos de contemporâneos.

Esses dados são trabalhados em parceria com o grupo GenSys Consultores Associados S/C Ltda, e as avaliações genéticas de touros, matrizes e produtos são baseadas nos Desempenhos Estimados da Progênie, calculados com base em metodologia de média harmônica (DEPh) para 16 características e dois índices: um que contempla as características à desmama (IDESM) e o índice total, que contempla as características mensuradas até o sobreano (IPAINT).

Os resultados das avaliações genéticas são apresentados em forma gráfica, com informações das DEPh das características, bem como dos índices e, são ilustrados através de desvios-padrão do alvo determinado como objetivo da característica. Essas provas são disponibilizadas individualmente, via internet, para livre consulta dos criadores dos rebanhos participantes e atualizadas, no mínimo, quatro vezes ao ano. As avaliações dos touros cuja confiabilidade dos valores genéticos é assegurada pelo número de filhos avaliados, são publicadas anualmente no Sumário Consolidado PAINT – O GPS do Nelore® (PAINT, 2009).

De posse das avaliações das fêmeas, os criadores têm a oportunidade de acasalá-las mediante a combinação de seus DEPhs com reprodutores provados de interesse, de forma a direcionar e agilizar o processo de seleção do rebanho.

Anualmente, são selecionados os 20 % primeiros produtos melhores classificados da safra para serem vistoriados para características raciais, aprumos e harmonia, adicionando à superioridade genética, as características morfológicas de um reprodutor ou de uma matriz. Após essa vistoria, os animais que atenderem aos critérios do programa PAINT®, recebem o Certificado Especial de Identificação e

Produção (CEIP), documento outorgado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento que os isenta de impostos, assim como os certificados de registros genealógicos emitidos pelas associações de raça. Porém, o CEIP se diferencia destes por apresentar as informações de produção, além das de pedigree.

Da safra de touros jovens CEIP são selecionados em média, 20 reprodutores para o teste de progênie do PAINT®. Além destes, são trazidos outros touros jovens de interesse, oriundos de programas de seleção como CFM, Instituto de Zootecnia, Embrapa, Colonial Agropecuária, Fazenda Quilombo, entre outros. O sêmen destes touros jovens é distribuído dentre os rebanhos parceiros e utilizados aleatoriamente, permitindo avaliação precoce dos mesmos e a diminuição do intervalo de geração.

Apesar da grande proporção de animais da raça Nelore participantes do programa, o PAINT® ainda possui o núcleo de rebanhos Tabapuã que hoje conta com seis rebanhos. Além disso, desde 2007 realiza-se o teste de progênie de touros jovens desta raça. Neste mesmo ano, iniciou-se também, o teste de progênie da raça Aberdeen Angus, objetivando avaliar os produtos de cruzamento, resultantes do acasalamento com vacas Nelore de criadores parceiros, mas que não são controladas no programa. A partir de 2009, iniciou-se a parceria do PAINT® com o programa Natura, contribuindo para o volume de dados, ou seja, para a qualidade das informações geradas.

## 2- Eficiência em fêmeas da raça Nelore

Eficiência é um substantivo feminino que segundo o dicionário refere-se à *capacidade de produzir um efeito; rendimento satisfatório imputável a uma pesquisa voluntária sistemática: a eficiência de uma técnica, de um empreendimento; eficácia* (FERREIRA, 1988). Analisando a eficiência de fêmeas da raça Nelore podemos abordá-la quanto a aspectos reprodutivos e produtivos; e o bom desempenho em ambos, determinará uma fêmea eficiente.

A expressão eficiência reprodutiva, segundo Pereira (2008) possui significado amplo e de difícil caracterização, porque se relaciona com todas as fases da vida do animal, desde sua fecundação até o nascimento e morte. Nas fêmeas, a eficiência reprodutiva abrange, entre outros, os seguintes eventos: puberdade, ovulação, regularidade de ciclos estrais, idades à primeira concepção e primeiro parto, período de serviço (do parto até o início de nova gestação), intervalo de partos, número de crias produzidas ao longo da vida útil, longevidade, facilidade de parição, etc. A eficiência reprodutiva é um dos componentes mais importantes da eficiência de produção e do ganho genético em sistemas de produção de bovinos de corte (MERCADANTE *et al*., 1996; DONOGHUE, 2006). Segundo Melton (1995), citado por Doyle *et al*. (2000), o valor econômico relativo da eficiência reprodutiva de fêmeas seria 3,24 vezes maior que das características de consumo, indicando a importância da reprodução na produtividade de um sistema comercial que faz o ciclo de cria.

Segundo Perotto (2008), a eficiência geralmente é avaliada pela razão entre as saídas ("*outputs*") e as entradas ("*inputs*"), sendo que para a produção de carne bovina, pode ser definida em termos biológicos (peso vivo produzido/alimento consumido) ou em termos econômicos (receitas/despesas). No primeiro caso pode se usar o termo produtividade e no segundo, lucratividade. Os aspectos produtivos de uma fêmea eficiente referem-se à capacidade materna que possui e que pode ser mensurada pelo desempenho de sua progênie. Por exemplo, segundo Valle *et al*. (1998), a otimização da produtividade pode se dar na forma de quilos de bezerros desmamados por hectare por ano, visto que em sistemas de cria, os bezerros desmamados são a principal fonte de renda para o produtor. Gensys (2008), para identificar vacas que produzem bezerros com maior ganho de peso e melhor composição de carcaça, considerou a produtividade como uma função das diferenças esperadas na progênie (DEPs) dessas vacas com filhos avaliados para ganho de peso, conformação, precocidade e musculatura à desmama. Essas foram utilizadas ao invés do próprio desempenho dos bezerros, permitindo a correção para os efeitos de ambiente e de forma que não dependessem do mérito genético do touro com que a vaca foi acasalada.

Contudo, pode-se caracterizar uma fêmea eficiente aos sistemas de produção de carne da pecuária brasileira, como aquela que inicia sua vida reprodutiva jovem, que produz bezerros em todas as estações reprodutivas em que foi submetida e sua progênie apresenta desempenhos de carcaça diferenciados quanto à produção de carne. É em busca desta fêmea e de quais características devem ser utilizadas para selecionar matrizes eficientes que diversos pesquisadores trabalham atualmente. Nos tópicos a seguir (3-5) serão apresentados alguns critérios de seleção utilizados na busca de fêmeas eficientes.

## 3- Precocidade sexual

A precocidade sexual é uma característica quantitativa, poligênica, que consiste no fato da fêmea estar apta à reprodução em época antecipada, quando comparada à média das novilhas de sua raça ou população. Sabe-se que expressões fenotípicas de características reprodutivas são resultantes de ações que envolvem fatores genéticos e ambientais. Em geral, as causas genéticas têm individualmente menor influência e sua importância é diluída pelos fatores ambientais que exercem ação mais expressiva, como nutrição, mineralização, saúde, profilaxia, etc. (PEREIRA, 2008). Entretanto, devido à importância da reprodução, recomenda-se adotar critérios de seleção visando a valorização funcional daquelas fêmeas que, sob mesmo ambiente e manejo, revelam-se superiores e melhores adaptadas, apresentando sucesso quanto à reprodução.

A seleção por precocidade sexual não gera diretamente custos para o criador, uma vez que não são necessários investimentos para sua implantação. Entretanto, são necessárias modificações no manejo reprodutivo, dando oportunidade para as fêmeas emprenharem e, acima de tudo, dedicação na coleta e armazenamento dos dados mensurados. Desse modo, de acordo com Silva *et al*. (2005), para selecionar para precocidade sexual, torna-se necessário que as fêmeas sejam expostas mais cedo, de forma que as diferenças genéticas entre elas possam ser identificadas naquelas que se apresentarem prenhes no término da estação reprodutiva.

Em geral, a decisão do criador de colocar uma novilha em reprodução, baseia-se em um determinado peso e/ou idade padrão. Quando o sistema produtivo está dado por uma primeira parição aos quatro anos de idade, o nível de desfrute do rebanho fica em torno de 10 %. Este índice pode ser quase duplicado, se a primeira parição ocorrer aos 3 anos de idade e atingirá 40 % com o primeiro parto aos 24 meses de idade e abate dos machos aos 12-13 meses. Fica claro que a decisão/oportunidade de utilização de fêmeas sexualmente mais precoces terá reflexo direto na eficiência, rentabilidade e competitividade da pecuária bovina nacional (FRIES, 2005).

A característica idade ao primeiro parto (IPP) ainda é muito estudada no melhoramento para precocidade sexual de fêmeas bovinas, principalmente, por ser de fácil mensuração e muito utilizada por pecuaristas. A redução da IPP e da idade à primeira fecundação aumenta o rendimento econômico proporcionado pelos animais, devido à redução nos custos de manutenção de novilhas, antecipação da idade produtiva de vacas, recuperação mais rápida do capital investido, aumento da vida útil, possibilidade de maior intensidade de seleção nas fêmeas e redução do intervalo de geração, possibilitando maiores ganhos genéticos (MATOS & ROSA, 1984).

Pereira *et al*. (2000) encontraram IPP média variando de 35 a 39 meses para a raça Nelore, no Brasil.

Valores de herdabilidade para IPP relatados por diversos pesquisadores variam de 0,01 a 0,46 (MERCADANTE *et al*., 1996; DIAS *et al*., 2002; PEREIRA *et al*., 1991, entre outros) e indicam possibilidade desta característica ser utilizada em programas de seleção, desde que não exista um critério pré-determinado de idade e/ou peso para as fêmeas serem colocadas em reprodução (DIAS *et al*., 2002).

De acordo com Pereira *et al*. (2000), embora a IPP apresente valores de herdabilidade indicando que pode responder à seleção, a confiabilidade da predição do mérito genético será baixa, a menos que o touro tenha um grande número de filhas avaliadas. No entanto, os autores consideraram necessárias outras análises, dependendo da definição e das premissas adotadas para a característica na formação do banco de dados, dependentes da idade à primeira exposição ao touro, para obtenção de resultados mais conclusivos. Além de ressaltarem que novas maneiras de

penalização para vacas que não pariram deveriam ser testadas, através da inclusão destas no banco de dados para análise.

Silva *et al*. (2004) constataram variabilidade genética pequena para IPP, uma vez que somente dados de fêmeas que emprenharam foram considerados na análise. Para solucionar este problema, sugeriram considerar as novilhas que não pariram, atribuindo penalização às mesmas, como utilizado por Dias *et al*. (2004), que analisaram quatro conjuntos de dados, com novilhas que pariram até determinada idade e considerando todas as fêmeas nascidas no rebanho.

Outra alternativa para selecionar fêmeas para precocidade sexual é a utilização da característica probabilidade de prenhez em determinada idade, geralmente, 14-18 meses. A probabilidade de prenhez expressa a chance das fêmeas estarem prenhes após constatação, através de diagnóstico de gestação, 60 dias antes do término da estação de monta.

Silva *et al*. (2004) estimaram herdabilidades iguais a 0,59 e 0,09 para probabilidade de prenhez aos 18 meses (PP18) e IPP, respectivamente e correlação genética de -0,32, indicando que PP18 e IPP são determinadas, em grande parte, por genes diferentes. Assim, PP18 seria mais apropriada para seleção de animais sexualmente precoces. De maneira geral, as características probabilidade de prenhez aos 14 e 18 meses apresentam estimativa de herdabilidade alta, variando de 0,59 a 0,81 (SILVA *et al*., 2002; SILVA *et al*., 2003 b; SILVA *et al*., 2004).

Entretanto, na prática, os criadores estão resistentes a este manejo reprodutivo, pois alegam haver perdas quanto ao desenvolvimento das novilhas e de suas futuras crias. Trabalhos como o de Ortelan *et al*. (2004) constataram que não existe diferença no peso à desmama na terceira cria de fêmeas que conceberam em idades precoces, quando comparado com as que conceberam com idade média de 24 meses. Outro motivo de resistência à medida desta característica é o manejo reprodutivo de novilhas que seriam submetidas à estação desafio, em época antecipada à estação de monta tradicional das vacas.

Atencio (2000) sugeriu nova abordagem para probabilidade de prenhez (PP), também estudada como variável discreta, considerando que todas as fêmeas nascidas

em um rebanho, em princípio, seriam destinadas à reprodução, fazendo parte do conjunto de dados. Assim, aquelas que efetivamente entrassem no rebanho receberiam o escore “1” e as que fossem descartadas, “0”. Mattar *et al.* (2007) denominaram esta característica de “sucesso no primeiro parto”, enquanto Barros (2006), de “inclusão no rebanho” e estimaram herdabilidades de 0,13 e 0,23, respectivamente, ambos trabalhos com a raça Caracu. Mattar *et al*. (2007) observaram correlação genética de 0,99 entre o sucesso no primeiro parto e perímetro escrotal. Esta nova abordagem de PP é uma alternativa no estudo da precocidade sexual em rebanhos que não realizam estação reprodutiva antecipada.

## 4- Habilidade de permanência no rebanho

A habilidade de permanência (HP) foi definida por Hudson & Van Vleck (1981) como a probabilidade da vaca estar presente no rebanho a uma idade específica, dada a oportunidade de alcançar esta idade. Apesar de ser medida tardiamente, o que aumenta o intervalo de gerações, reduzindo o ganho genético, a HP tem caráter econômico, uma vez que a principal causa de descarte de fêmeas é a falha reprodutiva. Portanto, a seleção para HP diminuiria o custo de reposição, aumentaria o número de animais disponíveis para comercialização, amortizando os custos de manutenção de matrizes, devido ao maior número de bezerros nascidos e aumentaria a proporção de animais adultos mais produtivos no rebanho (ARTHUR *et al*. (1993), citados por MERCADANTE *et al.* (1998)).

Silva *et al*. (2003 a) estudaram a HP apresentando respostas binárias, com sucesso (1) se a vaca permanecesse no rebanho a uma idade específica e fracasso (0), caso o contrário. Carvalheiro (2005) analisou a HP baseada em informações contínuas, a partir do número de bezerros produzidos até determinada idade, concluindo que fêmeas com mais crias proporcionam maior retorno econômico.

Segundo Silva *et al*. (2001), citado por Silva *et al*. (2003 a), em estuda da raça Nelore, concluíram que a HP pode ser analisada em diversas idades, porém, a HP aos

5 anos apresenta herdabilidade similar às herdabilidades estimadas de HPs aos 6 ou 7 anos, sendo assim, mais vantajosa por diminuir o tempo necessário para avaliação dos touros pais das fêmeas para essa característica. Resultado semelhante foi observado por Barros (2006), em estudo da HP aos 48 meses, comparada às HP aos 60 e 72 meses de idade em fêmeas da raça Caracu.

Van Melis *et al*. (2004) estimaram coeficientes de herdabilidade para HP aos 6 anos de idade ou mais, utilizando inferência Bayesiana e método R, obtendo estimativas iguais a 0,21±0,02 e 0,15±0,04, respectivamente. Resultados idênticos de estimativas de herdabilidade para HP foram obtidos por Silva *et al*. (2003 a).

Mercadante *et al*. (1998) estimaram valores de correlação genética de -0,12 entre longevidade e idade ao primeiro parto. Enquanto, Ortelan *et al*. (2004) verificaram que a concepção de novilhas precoces não influenciou significativamente a HP.

A utilização da HP como critério de seleção, está fomentada tanto na possibilidade de se ter uma única medida englobando critérios produtivos e reprodutivos de fêmeas, na alta variabilidade apresentada pela característica e, apesar dos valores de herdabilidade de pequena magnitude e da possibilidade de aumentar o intervalo de geração, poderia contribuir na identificação de touros cujas filhas apresentariam maior probabilidade em permanecerem produtivamente/ativas no rebanho, dado a oportunidade de alcançarem determinada idade.

## 5- Produtividade materna

A produtividade materna refere-se não somente à herança genética da vaca que em termos de efeito aditivo direto (contribuí com ½ do genótipo do bezerro), mas também aos efeitos maternos, ou à sua habilidade materna, isto é, a capacidade que a fêmea apresenta para criá-lo.

Segundo Hohenboken (1985), o efeito materno é qualquer contribuição, influência ou impacto sobre o fenótipo de um indivíduo que pode ser atribuído diretamente ao fenótipo de sua mãe. O ambiente uterino, a imunidade biológica, a

qualidade e quantidade de proteção, os ensinamentos, o ambiente proporcionado e claro, o leite, tanto a qualidade, quanto a quantidade deste alimento indispensável para os mamíferos. De acordo com Fries & Albuquerque (1998), o efeito da mãe ou o efeito total da mãe seria composto de um efeito direto da mãe e do efeito materno.

Para se avaliar a eficiência produtiva da fêmea, geralmente, observa-se o desempenho de sua progênie. Segundo Valle *et al*. (1998), a otimização da produtividade pode se dar na forma de quilos de bezerros desmamados por hectare por ano, visto que em sistemas de cria, os bezerros desmamados são a principal fonte de renda para o produtor. O peso à desmama é uma característica tradicionalmente utilizada, porém está positivamente correlacionada com o peso no animal adulto, indesejável em fêmeas, cujo aumento do custo de mantença seria inviável economicamente. O ganho médio diário na pré-desmama (GND) é uma medida da eficiência de ganho em peso e sua seleção resultaria em menor resposta correlacionada ao peso ao nascer, em comparação à seleção por peso (TANAKA *et al*., 2009).

Atualmente, como características de produtividade materna, pode-se considerar o peso à desmama, o ganho médio diário do nascimento à desmama e os escores visuais de conformação (C), precocidade (P) e musculosidade (M) à desmama.

Além do peso à desmama e do GND, a utilização de escores visuais de carcaça justifica-se pela análise não crítica do peso medido unicamente por balanças convencionais, já que animais com mesmo peso absoluto, podem apresentar diferentes biótipos, ou seja, diferenças quanto à estrutura corporal, deposição de gordura subcutânea e massa muscular. Os escores de CPM são baseados numa adaptação do sistema Ankony que utiliza uma escala de medidas relativas de 1 a 5 e não absoluta de 1 a 10, como no sistema original (JORGE JUNIOR *et al.* , 2001). A utilização dos escores de CPM tem sua importância comprovada e estas características vem sendo amplamente estudadas na literatura, apresentando herdabilidades moderadas. Koury Filho *et al*. (2005) relataram herdabilidades dos escores à desmama para animais da raça Nelore iguais a 0,13 para conformação, 0,25 para precocidade e 0,23 para musculatura. Yokoo *et al*. (2009) estimaram coeficientes de herdabilidade para

estrutura, em substituição à conformação, de 0,42, e para precocidade e musculatura de 0,65 e 0,49, respectivamente, também para animais da raça Nelore.

Gensys (2008), buscando identificar vacas que produzem bezerros com maior ganho de peso e melhor composição de carcaça, considerou a produtividade como uma função das diferenças esperadas na progênie das vacas para as características ganho de peso, conformação, precocidade e musculatura à desmama de seus produtos. Essas foram utilizadas em vez do próprio desempenho dos bezerros, permitindo a correção para os efeitos ambientais e de forma que não dependesse do mérito genético do touro com que a vaca foi acasalada.

## 6- Aspectos econômicos da fêmea Nelore

Segundo Silva *et al*. (2003 a), a taxa reprodutiva de bovinos é baixa e as matrizes representam a categoria animal que consome a maior parte dos recursos alimentares disponíveis ao rebanho. A manutenção de matrizes é portanto, um dos principais componentes dos custos de produção da pecuária de corte, sendo tanto mais elevado quanto menores forem as taxas reprodutivas do rebanho. Além disto, a fertilidade determina a quantidade de animais produzidos para o mercado e pode ser considerada como um dos fatores mais importante para a lucratividade da atividade.

Para Charteris (2008), a pecuária bovina, quando comparada às demais criações, apresenta baixa eficiência, pois apenas 6 % do total de energia gasto na produção de gado de corte são usados na deposição de proteínas do animal destinado ao abate, isto é, em produção de carne. Perotto (2008) argumentou que a eficiência de produção mais baixa da pecuária de corte quando comparada com a produção de monogástricos é o alto custo de energia exigido para mantença. Segundo Ritche (1995), 71 % do total de energia gasto na produção de gado de corte é usado para mantença e 70 % dessa energia de mantença é consumido pelo rebanho de cria. Portanto, 50 % da energia exigida para a produção de gado de corte são demandados para mantença de vacas. Se a isto, acrescentarem-se as demandas para reprodução e

para lactação, teremos que 60 a 70 % de toda a alimentação do sistema total são gastos na fase de cria. Nessa fase, os insumos nutricionais são representados principalmente pelas pastagens, podendo também haver o concurso de forragens conservadas e outros suplementos.

As características importantes na fase de cria são o tamanho adulto, a fertilidade, a produção de leite, a taxa de ganho de peso dos bezerros e das novilhas (também dependentes do tamanho adulto). As receitas da fase de cria são representadas por vendas de descartes e de bezerros à desmama. De acordo com Valle *et al*. (1998), a venda de vacas descartadas e outros animais, apesar de contribuírem para a produção total, é uma fonte de renda marginal.

Uma série de estudos mostra a existência de correlação genética positiva entre a quantidade de energia de mantença da vaca e seu potencial genético para crescimento e produção de leite. Os resultados também mostram que como conseqüência dos altos custos de mantença, vacas com alto potencial de produção podem não ser vantajosas em ambientes onde haja restrições de alimentos, tais como em pastagens tropicais ou em campos nativos. As maiores demandas de alimentos de vacas de altos potenciais de produção podem ser atribuídas à maior massa de vísceras, especialmente o trato digestivo e o fígado, que têm altas demandas de energia. Vacas com altas exigências de mantença tendem a apresentar maior peso adulto, maior peso dos órgãos que compõem as vísceras, maior peso de tecido muscular, baixo peso do tecido adiposo, bezerros com alto peso à desmama e portanto, altas exigências de alimentos (PEROTTO, 2008).

Gensys (2008) considerou o custo de mantença como uma função do peso adulto e do consumo estimado de matéria seca e incluíram este componente em um índice de eficiência produtiva para fêmeas Nelore, o índice Retorno Maternal (RMat). Este índice procura o aumento da produtividade sem incremento de custos e sem uma possível resposta correlacionada negativa na fertilidade das vacas em decorrência de um peso adulto elevado, em desequilíbrio com o sistema de produção.

Conseqüentemente, os pecuaristas precisam buscar o equilíbrio entre as características fertilidade e o peso adulto, dependendo da disponibilidade de alimento nas propriedades e das exigências do mercado para o qual produzem.

## 7- Índices de seleção

Índice de seleção pode ser definido como uma combinação de fatores de ponderação e informações genéticas para mais de uma característica, sendo utilizado na seleção para predizer o valor genético agregado (BOURDON, 1997), ou seja, um único valor que prediz o mérito genético global de um indivíduo para uma combinação ponderada de características.

Características relacionadas à precocidade sexual, à habilidade de permanência produtiva, ao desmame de bezerros sadios e de elevado desempenho determinam a eficiência produtiva de vacas. Resta analisar quais características devem ser consideradas em um índice de seleção e, qual a importância de cada uma delas, de forma a atender o objetivo de seleção do programa.

O objetivo de seleção pode ser definido como a combinação de características biológicas e economicamente importantes dentro de um sistema de produção (PONZONI & NEWMAN, 1989). A definição do objetivo de seleção depende, basicamente, de dois fatores: do sistema de produção e do mercado. No caso do sistema de produção, o próprio desempenho atual do rebanho determina aquilo que precisa ser melhorado, analisando a influência do ambiente, do manejo (reprodutivo, nutricional, sanitário) e da infra-estrutura. No caso do mercado, representado pelo cliente, consumidor final da carne produzida, é quem determinará o tipo de produto que deseja, se prefere carne magra ou com mais gordura, carne mais macia e suculenta, quais cortes específicos. Outro cliente é o frigorífico, que pode desejar, por exemplo, carcaças padronizadas, animais mais jovens e bem terminados. O próprio produtor rural pode ser caracterizado com um cliente, que pode estar envolvido com a produção de touros e de fêmeas de reposição, com a produção de machos para o abate e de fêmeas

de reposição. Para cada cliente, o objetivo de seleção do produtor selecionador poderia ser diferente (ALENCAR, 2002). Como os objetivos de seleção dos diferentes extratos da cadeia produtiva podem ser conflitantes, recomenda-se a adoção do produto almejado pelo consumidor final na definição do objetivo do programa de melhoramento (QUEIROZ, 2002).

Uma vez definidos os objetivos de seleção, é feita a escolha dos critérios de seleção que serão utilizados para atingir esses objetivos (PONZONI & NEWMAN, 1989). Os critérios de seleção são as características usadas para predizer o valor genético dos animais, enquanto que as do objetivo de seleção são as economicamente importantes. Ter objetivos de seleção bem definidos é um pré-requisito para o desenvolvimento de estratégias de melhoramento genético que sejam custo-efetivas e para a identificação do conjunto de caracteres que constituem os critérios de seleção, os quais contribuem para a predição acurada das características que afetam a lucratividade comercial (AMER *et al*., 2001). Segundo Bourdon (1998), não se deve considerar a dificuldade em melhorar esses caracteres geneticamente. Já as características que serão utilizadas como critérios de seleção devem ser de fácil e baixo custo de mensuração e devem estar correlacionadas com o objetivo de seleção a fim de maximizá-lo.

Weller (1994) mencionou três princípios básicos para escolha dos critérios de seleção:

1) Todas as características mensuradas que tenham correlações genéticas com as características incluídas no objetivo de seleção devem ser usadas como critérios;
2) Geralmente, é mais vantajoso computar avaliações genéticas das características separadamente;
3) Não devem ser utilizadas como critérios de seleção, características que sejam uma razão entre outras medidas.

De acordo com Queiroz (2002) as características ou critérios de seleção incluídos no índice podem ou não ser as mesmas do objetivo de seleção. Em algumas situações, pode-se utilizar características indicadoras, isto é, que não apresentam valor

comercial por si, mas servem para mensurar ou qualificar outra característica difícil de ser avaliada.

Um índice composto por características relacionadas à permanência reprodutiva, à precocidade sexual e à performance predita de sua progênie (Ippp) foi desenvolvido por Carvalheiro *et al*. (2005 a). Este foi expresso como retorno mensal em quilos de peso vivo produzido por fêmea. Fêmeas com maior número de partos apresentaram maiores médias de Ippp, sendo o mesmo resultado observado para fêmeas com parição precoce e com bezerros com maior peso predito. É importante mencionar que a sua implantação não implicou em custos adicionais, uma vez que as informações necessárias já eram, normalmente, coletadas em programas de melhoramento.

Ippp foi também analisado e estudado por Carvalheiro *et al*. (2005 b), como função do peso adulto de vacas, sendo o retorno avaliado não apenas pelo peso predito (Ippp bruto), mas também, quanto à composição em peso das crias (Ippp ib), retirando de Ippp, o custo de mantença das fêmeas (Ippp líquido). Touros selecionados pelas Diferenças Esperadas na Progênie (DEPs) de Ippp líquido e Ippp ib, apresentaram maior proporção de filhas precoces e de filhas com dois partos, além de apresentarem filhas com menor peso adulto médio simulado, em comparação com os touros selecionados pelas DEPs de Ippp ib (índices em que o custo de mantença de fêmeas não foram subtraídos).

Aplicando o Ippp baseado em composição de peso e levando em consideração o custo de mantença de vacas, Carvalheiro (2005) observou que a habilidade de permanência apresentou maior retorno econômico que a precocidade sexual. Resultados semelhantes foram obtidos por Formigoni *et al*. (2005) que concluíram ainda que o valor econômico da habilidade de permanência variou em função do custo de compra da novilha de reposição, ou seja, quanto maior for o investimento na reposição desta categoria, maior é a importância econômica da habilidade de permanência.

Vacas precoces, com progênie de mérito genético inferior apresentaram retornos semelhantes aos de vacas “não precoces”, com progênie de mérito genético superior (CARVALHEIRO, 2005). Entretanto, deve-se considerar a viabilidade econômica de se ter fêmeas precoces, longevas e de progênie superior ou até mesmo inferior, pois pode

haver um desequilíbrio entre o ótimo econômico e o ótimo biológico. Animais produtivos necessitam de investimento para manterem o desempenho, podendo comprometer o custo de produção. Portanto, o objetivo de seleção deve considerar o sistema de produção para garantir a lucratividade da atividade.

O índice bioeconômico Ippp sofreu aperfeiçoamentos ao longo destes anos. Teve seu nome substituído por *Retorno Mensal Líquido* (RML) e, atualmente, é denominado *Retorno Maternal* (RMat) isto porque passou a ser uma estimativa anual do retorno obtido por vaca em quilos de peso vivo produzido por ano, considerando a composição de peso, mensurada por características de conformação, precocidade e musculatura, descontado o custo estimado de mantença. O RMat vem sendo publicado desde 2007 no Sumário Consolidado PAINT – O GPS do Nelore® e no Sumário Aliança®. O programa PAINT® considerou em suas avaliações para RMat, apenas touros com, no mínimo, 7 anos de idade, para que a permanência produtiva (número de partos até quatro anos) de suas filhas fosse apropriadamente avaliada.

Gensys (2008) relatou que touros deca 1 apresentaram RMat médio das filhas (75,0 kg/ano) 71 % superior em relação ao retorno estimado das filhas dos touros deca 10 (43,9 kg/ano), com diferença esperada nas futuras filhas igual a 17,1 kg/ano. A DEP RMat apresentou ainda, correlação favorável (ou não significativa) com as DEPs das 16 características e os 6 índices contemplados no Sumário PAINT Consolidado 2008. O grupo ainda relatou que a aplicação do RMat é recomendada para selecionar touros que tendem a produzir filhas com menor idade ao primeiro parto, maior permanência produtiva no rebanho, menor custo de mantença e que produzem bezerros com maior ganho de peso e melhor composição da carcaça em termos de conformação, precocidade e musculatura. Além disto, pode ser utilizado como informação auxiliar no direcionamento de acasalamentos e na identificação de vacas para fazer parte de programas que utilizam tecnologias reprodutivas mais sofisticadas (MOET), otimizando-as com o uso do sêmen sexado.

**Objetivo**

O objetivo desta tese foi estudar a eficiência reprodutiva de fêmeas da raça Nelore baseada em três pontos:

1. Estudar as características idade ao primeiro parto e inclusão no rebanho como expressões da precocidade sexual;

2. Analisar a habilidade de permanência aos 48, 60 e 72 meses de idade, pressupondo distribuição categórica dos registros de partos.

3. Estudar a eficiência reprodutiva por meio de um índice de seleção bioeconômico que leve em consideração a precocidade sexual, a assiduidade reprodutiva e a capacidade de produzir bezerros com biótipos para produção de carne, sem aumentar os custos de produção.

**Referências Bibliográficas**

ABIEC-Associação Brasileira de Indústrias Exportadoras de Carne. **Dados atuais 2008.** Disponível em: <http://www.abiec.com.br/download/dados2008.pdf >. Acesso em: 24 ago. 2009.

ALENCAR, M. M. Critérios de seleção e a moderna pecuária bovina de corte brasileira. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 4, 2002, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: SBMA, 2002. Disponível em: < http://www.repdigital.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPPSE/14091/1/PROCI(MMA2002.00029).PDF > Acesso em: 23 set. 2008.

AMER, P. R.; SIMM, G.; KEANNE, M. G.; DISKIN, M. G.; WICKHAM, B. W. Breeding objectives for beef cattle in Ireland. **Livestock Production Science**, v.67, p. 223–239, 2001.

ANUALPEC 2009: Anuário da Pecuária Brasileira, São Paulo: Agra FNP Pesquisas. 2009. 360 p.

ATENCIO, A. Predicciones genéticas de la fertilidad en la hembra cebú. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AGROPECUÁRIA: Cría y Mejoramiento Genético, 8., 2000, Mariano R. Alonso. **Anales...** Asunción: CEA, 2000. 117p. p.29-40.

BARROS, P. S. **Objetivos e índices de seleção para bovinos da raça Caracu.** 2006. 83 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

BOURDON, R. M. **Understanding animal breeding.** New Jersey: Prentice Hall, 1997. 523 p.

BOURDON, R. M. Shorting comings of current genetic evaluation systems. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 76, p. 2308-2323, 1998.

CARVALHEIRO, R. Índice bio-econômico: objetivando aumento da eficiência produtiva das fêmeas. In: TREINAMENTO DE NOVOS TÉCNICOS PAINT®, 5, 2005, Sertãozinho, SP. **Palestra...** Sertãozinho, SP: PAINT® – Lagoa, 2005.

CARVALHEIRO, R.; SEVERO, J. L. P.; QUEIROZ, S. A.; FRIES, L. A. Protótipo de um critério de seleção visando aumentar a eficiência produtiva de vacas de corte: I – Índice proposto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005 a, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia, GO: SBZ, 2005.

CARVALHEIRO, R.; SEVERO, J. L. P.; QUEIROZ, S. A.; FRIES, L. A. Protótipo de um critério de seleção visando aumentar a eficiência produtiva de vacas de corte: II – Comparação de índices alternativos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005 b, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia, GO: SBZ, 2005.

CHARTERIS, P. [2008]. The mantron of hounor. Institute of Veterinary, Animal and Biomedical Sciences. Massey University. Disponível em: <http://www.beef.org.nz/research/management/managment_matron.asp >. Acesso em: 10 out. 2008.

DIAS, D. S. O.; TONHATI, H. MAGNABOSCO, C. U.; LÔBO, R. B.; DIAS, M. J. Análise genética da idade ao primeiro parto de fêmeas da raça Nelore criadas na região centro-oeste do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, IV, 2002. **Anais...** SBMA, 2002.

DIAS, L. T.; FARO, L. E.; ALBUQUERQUE, L. G. Efeito da idade de exposição de novilhas à reprodução sobre estimativas de herdabilidade da idade ao primeiro parto em

bovinos Nelore. **Arq. Bras. Méd. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 56, n. 3, p. 370-373, 2004.

DONOGHUE, K. A. Genetic evaluation of female reproductive performance. Disponível em:http://www.bifconference.com/bif2002/Baker_Essay_pdfs/Donoghue_02BIF.pdf. Acesso em: abril / 2006.

DOYLE, S. P.; GOLDEN, B. L.; GREEN, R. D.; BRINKS, J. S. Additive genetic parameter estimates for heifer pregnancy and subsequent reproduction in Angus females. **J. Anim. Sci.**, v.78, p.2091-2098, 2000.

FERREIRA, A. B. H. Dicionário Aurélio básico da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira S/A, 1988. p. 235.

FRIES, L. A. Avanços do uso de recursos genéticos e biotécnicas reprodutivas com vistas ao melhoramento do gado de corte. In: SIMBOI – Simpósio sobre desafios e novas tecnologias na bovinocultura de corte, 1., 2005, Brasília – DF. **Anais...** Brasília: UPIS, 2005. p. 46-77.

FRIES, L. A. e ALBUQUERQUE, L. G. Pressuposições e restrições dos modelos animais com efeitos maternos em gado de corte. In: PARANHOS DA COSTA e CROMBERG. **Comportamento materno em mamíferos: bases teóricas e aplicações aos ruminantes domésticos.** São Paulo, 1998. p. 179-214.

FORMIGONI, I. B.; FERRAZ, J. B. S.; SILVA, J. A. II V; ELER, J. P.; BRUMATTI, R. C. Valores econômicos para habilidade de permanência e probabilidade de prenhez aos 14 meses em bovinos de corte. **Arq. Bras. Méd. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 57, n. 2, p. 220-226, 2005.

GENSYS CONSULTORES ASSOCIADOS S/C Ltda. PAINT®: Índice bioeconômico de fêmeas (RMat). In: Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas, 7., 2008, Uberaba – MG. **Anais...** Uberaba: Associação Brasileira dos Criadores de Zebu, 2008. p. 126-132.

HOHENBOKEN, W. D. Maternal Effects. **World Animal Science A4: General and Quantitative Genetics**. Amsterdam: Elsevier, p. 135-149, 1985.

HUDSON, G. E. S.; VAN VLECK, L. D. Relations between production and stayability in Holstein cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 64, p. 2246-2250, 1981.

JORGE JUNIOR, J.; PITA, F. V. C.; ALBUQUERQUE, L. G.; FRIES, L. A. Influência de alguns fatores de ambiente sobre os escores de conformação, precocidade e musculatura à desmama em um rebanho da raça Nelore. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1697-1703, 2001.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L. G.; SILVA, J. A. II V.; ALENCAR, M. M.; FORNI, S.; PEREIRA, M. C. Estimativas de parâmetros genéticos para escores visuais de conformação, precocidade e musculatura e suas relações com peso à desmama em bovinos da raça Nelore. In Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. Disponível em: http://www.repdigital.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPPSE/15769/1/PROCI(MMA2005.00064).PDF. Acesso em: 17 ago. 2006.

MATTAR, M.; MEIRELLES, S. L.; OLIVEIRA, J. A.; ESPASANDIN, A. C.; QUEIROZ, S. A. Fatores genéticos e ambientais sobre a probabilidade de prenhez precoce em bovinos da raça Caracu. **Cienc. Rural,** Santa Maria, v. 37, n. 5, 2007. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782007000500029&script=sci_arttext&tlng=e >. Acesso em: 04 mar. 2009.

MATOS, S.; ROSA, A. N. Desempenho reprodutivo de fêmeas das raças zebuínas. **Inf. Agrop.**, Belo Horizonte, v. 10, n. 112, p. 29-33, 1984.

MERCADANTE, M. E. Z.; LÔBO, R. B.; BORJAS, A. L. R.; BEZERRA, L. A. F.; OLIVEIRA, H. N. Estudo Genético - Quantitativo de características de reprodução e produção em fêmeas da raça nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.1, p.155-157, 1996.

MERCADANTE, M. E. Z.; LOBO, R. B.; BORJAS, A. R.; OLIVEIRA, H. N. Estudo genético de características indicadoras da vida útil de fêmeas de um rebanho da raça Nelore. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, I, 1998. **Anais...** SBMA, 1998.

ORTELAN, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; SILVA, J. A. II V.; SESANA, R. C. Produtividade de novilhas Nelore sexualmente precoces. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: SBZ, 2004.

PAINT. **Sumário PAINT Consolidado 2009**: O GPS do Nelore. 14 ed. Sertãozinho: CRV Lagoa. 2009, 59 p.

PEREIRA, J. C. C.; AYALA, J. M. N.; OLIVEIRA, H. N. Efeitos genéticos e não-genéticos sobre a idade ao primeiro parto de duas populações da raça Nelore. **Arq. Brás. Méd. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 42, p. 93-102, 1991.

PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B.S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1676-1683, 2000.

PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; MENDONÇA, C. D. A. Análise genética da idade ao primeiro parto na raça Nelore. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, III, Belo Horizonte, 2000. **Anais...** Belo Horizonte: SBMA, 2000. Disponível em: http://www.sbmaonline.org.br/anais/iii/trabalhos/bovinocorte/iiit26bc.pdf . Acesso em: 19 mar. 2006.

PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento Genético Aplicado à Produção Animal.** 5 ed. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2008. 618 p.

PEROTTO, D. Habilidade materna em bovinos de corte. In: Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas, 7., 2008, Uberaba – MG. **Anais...** Uberaba: Associação Brasileira dos Criadores de Zebu, 2008. p. 81-101.

PONZONI, R. W.; NEWMAN, S. Developing breeding objectives for Australian cashmere goals. **Animal Production,** Amsterdam, v. 49, p. 35-47, 1989.

QUEIROZ, S. A. **Valores econômicos e índices de seleção para características biológicas dos objetivos de seleção de um núcleo de bovinos da raça Caracu.** 2002. 194 f. Tese (livre-docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

RITCHIE, R. W. The optimum cow – what criteria must she meet? In: Research Symposium and Annual Meeting, 27., 1995, Kansas City. **Procedings…** Kansas City: Beef Improvement Federation, 1995. P. 126-145.

ROSA, F. R. T.; TORRES JR., A. M. **O ano de 2006 foi ou não foi o fundo do poço? Perspectivas de mercado para 2006.** Jaboticabal. Multipress, ed, p. 7-14, 2006.

SHUNTZEMBERGER, A. M. S.; PADILHA JUNIOR, J. B.; ROSSI JUNIOR, P. **Anualpec 2009**: O que mexe com o preço do boi. São Paulo: Agra FNP Pesquisas, 2009. p. 16-17.

SILVA, J. A. II V.; OLIVEIRA, H. N.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Parâmetros genéticos de prenhez em novilhas aos 14 meses e de perímetro escrotal de machos nelore usando inferência bayesiana. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, IV, 2002. **Anais...** SBMA, 2002.

SILVA, J. A. II V.; OLIVEIRA, H. N.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Análise genética da habilidade de permanência em fêmeas da raça Nelore. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 598-604, 2003 a.

SILVA, J. A. II V.; MELIS, M. H. V; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Estimação de parâmetros genéticos para probabilidade de prenhez aos 14 meses e altura na garupa em bovinos da raça Nelore. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1141-1146, 2003 b.

SILVA, J. A. II V.; ALBUQUERQUE, L. G.. Estudo da prenhez aos 18 meses e idade ao primeiro parto em novilhas Nelore. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, V, 2004. **Anais...** Pirassununga: SBMA, 2004.

SILVA, J. A. II V.; DIAS, L. T.; ALBUQUERQUE, L. G. Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore. **Rev. Bras. Zootec.** Viçosa, v. 34, n.5, p. 1568-1572, 2005.

TANAKA, A. L. R.; CARVALHEIRO, R.; FRIES, L. A.; QUEIROZ, S. A. Comparação de critérios de seleção para precocidade crescimento de bovinos da raça Guzerá. **Rev. Bras. Zootec.** Viçosa, v.38, n. 2, p. 284-291, 2009.

VALLE, E. R.; ANDREOTTI, R.; THIAGO, L. R. L. S. Estratégias para o aumento da eficiência reprodutiva e produtiva de bovinos de corte. Campo Grande: Embrapa CNPGC, 1998. 80p. (Embrapa – CNPGC. Documentos 71).

VAN MELIS, M. H.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.. Estimação de parâmetros genéticos para habilidade de permanência no rebanho de vacas Nelore utilizando inferência bayesiana e método R. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, V, 2004. **Anais...** Pirassununga: SBMA, 2004.

YOKOO, M. J. I.; WERNECK, J. N.; PEREIRA, M. C.; ALBUQUERQUE, L. G.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R. D.; LÔBO, R. B.; ARAUJO, F. R. C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesq. Agropec. Bras.** v.44, n.2, p. 197-202, 2009.

WELLER, J. L. **Economic aspects of animal breending.** London: Chapman & Hall, 1994. 244 p.

# CAPÍTULO 2 – PRECOCIDADE SEXUAL DE FÊMEAS DA RAÇA NELORE.

## Precocidade sexual de fêmeas da raça Nelore.

**RESUMO –** Objetivou-se analisar a precocidade sexual por meio do estudo de parâmetros genéticos das características idade ao primeiro parto (IPP) e inclusão no rebanho (IReb) de fêmeas Nelore pertencentes ao banco de dados do programa PAINT®, da CRV Lagoa. A IPP foi obtida pela diferença entre a data do primeiro parto da novilha e sua data de nascimento. A IReb foi avaliada atribuindo-se o valor "um" (sucesso), às novilhas que apresentaram informação de IPP, e o valor "zero" (fracasso), para aquelas que não tiveram vida reprodutiva. Os grupos de contemporâneos foram formados pela concatenação das variáveis rebanho, ano e estação de nascimento. A IPP apresentou média igual a 41,85 ± 12,32 meses, com valores mínimo e máximo iguais a 21 e 98 meses, respectivamente. A estimativa da variância genética aditiva da IPP, usando a metodologia da máxima verossimilhança restrita, sob um modelo animal unicaracterística, foi igual a 1,17 e herdabilidade estimada em 0,01. Quanto a IReb, 17,26 % das novilhas obtiveram classificação "1", ou seja, seriam possíveis candidatas a reposição do rebanho, registrando IPP média de 36,35 ± 5,41 meses. A análise de IReb baseou-se em metodologia Bayesiana, utilizando-se também um modelo animal unicaracterística, que estimou a variância genética aditiva em 0,00, bem como o coeficiente de herdabilidade. A IPP apresentada pelos rebanhos estudados indica necessidade da continuidade de esforços para melhoria da precocidade sexual. Tanto para IPP, quanto para IReb, os valores de herdabilidade indicaram que investimentos na melhoria do ambiente resultaria em melhor performance das fêmeas para essas características.

**Palavras-Chave:** bovinos de corte, idade ao primeiro parto, inclusão no rebanho, inferência bayesiana

## Introdução

A seleção para precocidade sexual é uma das ferramentas que os pecuaristas têm à disposição para incrementar a eficiência do rebanho, aumentando a produtividade. Este critério de seleção é amplamente estudado e com o tempo, novas abordagens vêm surgindo e novas características podem ser utilizadas para diminuir a idade à primeira concepção de novilhas.

Pode-se afirmar que a idade ao primeiro parto (IPP) é a característica mais estudada como expressão da precocidade sexual, isso porque é considerada de fácil entendimento e mensuração, e não gera custos adicionais e mudanças no manejo do rebanho. Segundo Matos & Rosa (1984), a redução da IPP aumenta o rendimento econômico proporcionado pelos animais, devido à redução nos custos de manutenção de novilhas, antecipação da idade produtiva de vacas, recuperação mais rápida do capital investido, aumento da vida útil, possibilidade de maior intensidade de seleção e redução do intervalo de geração, possibilitando maiores ganhos genéticos. Teixeira *et al.* (2002) mostraram que incrementos no desfrute e, portanto na receita da fazenda, podem ser obtidos pela antecipação da IPP.

Diversos pesquisadores relataram herdabilidade da IPP entre 0,00 e 0,46 (BERGMANN *et al.*, 1998; DIAS *et al*., 2002; DIAS *et al*., 2004 a; PEREIRA *et al*., 1991). Devido aos valores encontrados na literatura serem considerados baixos, a IPP pode responder à seleção, mas a confiabilidade da predição do mérito genético ficará comprometida, a menos que o touro tenha um grande número de filhas avaliadas (PEREIRA *et al*., 2000).

A característica inclusão no rebanho (IReb) é outra opção para selecionar fêmeas para precocidade sexual. IReb considera que todas as fêmeas nascidas em um rebanho, em princípio, seriam destinadas à reposição, ou seja, a reprodução, fazendo parte do conjunto de dados. Aquelas que efetivamente entrassem no rebanho receberiam o escore de sucesso “1” e as que fossem descartadas “0”. Essa nova abordagem da probabilidade de prenhez precoce (PP) assume distribuição discreta dos dados e foi sugerida por Atencio (2000) e estudada posteriormente, por Barros (2006) e

Mattar *et al*. (2007). IReb seria uma alternativa ao estudo da precocidade reprodutiva, aplicando abordagem de limiar, em rebanhos que não realizam estação reprodutiva antecipada.

Diversas abordagens para PP têm sido estudadas, tanto em fêmeas *Bos taurus* (EVANS *et al*., 1999; DOYLE *et al*., 2000; DONOGHUE et al., *2004*; MATTAR *et al*., 2007) como em *Bos indicus* (ELER *et al*., 2002; MERCADANTE *et al*., 2003; SILVA *et al*., 2003; ELER *et al*., 2004; MEIRELLES *et al*., 2009). A facilidade de mensuração, a possibilidade de obtenção da medida em todas as contemporâneas, a não-utilização de penalidades e a existência de variação genética moderada a alta são argumentos encontrados na literatura, que justificam a aplicação da PP no melhoramento animal. Entretanto, existem algumas dificuldades, devido ao fato de ser uma característica categórica e, conseqüentemente, necessitar de procedimentos estatísticos que considerem a distribuição discreta dos dados. No entanto, diferentemente de IReb, para o estudo de PP é preciso que as novilhas tenham oportunidade de demonstrar seu potencial genético, há necessidade que sejam desafiadas mais cedo à prenhez, sem pré-determinação de peso ou idade como critério para o início da vida reprodutiva. Adotando-se esse manejo, a PP é eficaz na identificação das diferenças genéticas para precocidade sexual entre os animais avaliados. Para Short & Bellows (1971) e Rocha & Lobato (2002), um dos principais efeitos de ambiente que influencia as características de PP é a diferença nutricional entre os animais. Sendo assim, proporcionar melhores condições nutricionais, favoreceria o aumento da taxa de prenhez em idades precoces.

Vários produtores ainda relutam em desafiar as novilhas mais cedo por alegarem que novilhas que emprenham em idades precoces têm o seu desenvolvimento e o de suas crias prejudicados. Porém, trabalhos como o de Silva *et al*. (2005) e Ortelan *et al*. (2005) derrubaram essas hipóteses. Outro motivo de resistência dos criadores à medida desta característica é o manejo reprodutivo de novilhas que seriam submetidas à estação desafio, em época antecipada à estação de monta tradicional das vacas. Porém, custos adicionais não são necessários, somente um esforço momentâneo da equipe da fazenda, na formação dos lotes e alocação dos mesmos nos pastos. Pode-se considerar que a mensuração de novas características e sua utilização como critérios

de seleção ainda devem ser trabalhadas pelos técnicos junto aos pecuaristas, objetivando derrubar paradigmas de uma pecuária tradicionalista e nem sempre rentável.

Silva *et al*. (2005), usando o método R, estimaram a herdabilidade da PP aos 16, 24, 36 meses de idade e obtiveram valores médios iguais a 0,52, 0,12 e 0,16, respectivamente. Estimaram em -0,32, a correlação entre PP aos 16 meses (PP16) e IPP. A mensuração da PP por meio de PP16 foi a que apresentou maior herdabilidade evidenciando variabilidade genética mais acentuada. A análise indicou também que PP16 e IPP foram determinadas, em grande parte, por genes diferentes. Barros (2006) analisou a IReb em um rebanho da raça Caracu, e obteve herdabilidade igual a 0,23. Para fêmeas da mesma raça, Mattar *et al*. (2007) obtiveram valor de herdabilidade de 0,13 em estudo do sucesso ao primeiro parto, característica cuja abordagem da precocidade é a mesma da IReb. O mesmo foi feito por Meirelles *et al*. (2009), os quais denominaram IReb como a probabilidade de prenhez precoce e estimaram herdabilidade igual a 0,47 para essa característica, em fêmeas da raça Nelore.

Neste trabalho objetivou-se estudar a precocidade sexual de fêmeas da raça Nelore, mediante a análise dos parâmetros genéticos das características idade ao primeiro parto e inclusão no rebanho.

## Material e Métodos

### 1- Características avaliadas

Como expressões da precocidade sexual foram analisadas duas características: a idade ao primeiro parto (IPP) e a inclusão no rebanho (IReb). A IPP foi definida como a idade, em meses, obtida pela diferença da data do primeiro parto da novilha e sua data de nascimento. Foram descartadas do arquivo as fêmeas que não possuíam observação de idade ao primeiro parto. Para definição de IReb considerou-se distribuição categórica dos dados e atribuiu-se o valor “um” (sucesso), às novilhas que independentemente da idade, tiveram a primeira parição; e o valor “zero” (fracasso), para aquelas que não foram inclusas no rebanho de matrizes, ou seja, que não chegaram a conceber, desde que possuíssem idade mínima de 14 meses. A principal vantagem em se adotar essa característica se resume na possibilidade de usar a abordagem de limiar em rebanhos que não realizam desafio para precocidade sexual de novilhas, expondo-as a reprodutores ao redor dos 14-18 meses.

### 2- Descrição do banco de dados

O trabalho em questão utilizou informações de fêmeas da raça Nelore, pertencentes ao banco de dados do programa de melhoramento genético de bovinos de corte – PAINT® - da CRV Lagoa. Por ser um programa comercial sua base de dados pode ser caracterizada como “aberta” em que a cada ano, novas fazendas ingressam no programa, contribuindo para o aumento da variabilidade genética e também para a heterogeneidade existente entre os rebanhos participantes do programa.

O manejo alimentar adotado nestas fazendas consistiu basicamente, de pasto, sal mineral e água para consumo *ad libitum*. Em geral, não foi realizada suplementação energética para qualquer categoria de fêmeas. No entanto, em algumas fazendas onde

não havia uniformidade de qualidade e disponibilidade de forragens, foram separados os melhores pastos da safra para as fêmeas em reprodução.

Quanto ao manejo reprodutivo, parte dos rebanhos realizou duas estações reprodutivas: uma antecipada que, em geral, ocorre de março a junho, utilizada para identificar a precocidade sexual de novilhas e, a estação tradicional, de outubro a fevereiro. Os rebanhos restantes realizaram somente a estação reprodutiva tradicional. No caso dos rebanhos PAINT®, a grande maioria das fêmeas foi inseminada e após, expostas a reprodutores em sistema de repasse. A monta natural, quando expõe um grupo de fêmeas a um único reprodutor, é denominada “controlada” e a paternidade é conhecida. Porém, em sua maioria, os repasses foram realizados com mais de um touro por grupo de fêmeas, denominado repasse com “touro múltiplo” e a paternidade somente poderá ser conhecida por meio de exames de DNA.

As novilhas que emprenharam na estação antecipada foram favorecidas, uma vez que tiveram maior período de puerpério para se recuperarem e conceberem no início da estação de monta tradicional quando primíparas, aumentando as condições para manterem uma vida produtiva longa dentro do rebanho. A maioria dos rebanhos participantes do programa expôs as primíparas à monta natural controlada ou com grupos de reprodutores, aumentando assim, a taxa de prenhez dessa categoria. Essas práticas não geraram investimentos diretos aos criadores, somente uma mudança nas atividades da equipe de campo para implantação dos grupos de fêmeas e touros que participaram desta estação reprodutiva.

De maneira geral, após 60 dias a partir do término da estação reprodutiva, as fêmeas passaram por diagnóstico de gestação mediante palpação retal ou ultrassonografia.

## 3- Consistência de dados e análises preliminares

A edição e consistência de dados foram realizadas no *software* SAS® (SAS Inst., Inc., Cary, NC). Partiu-se de um arquivo formado por todos os bancos de dados dos

rebanhos participantes do programa, inclusive os históricos. Devido à grande quantidade de rebanhos e divergências na forma como os dados foram coletados ao longo dos anos, realizou-se consistências para identificação do animal, sexo, data de nascimento, categoria de touro (inseminação, monta controlada e repasse com touro múltiplo), código PAINT (código atribuído aos touros de sêmen para padronização de identificação dos mesmos entre os rebanhos). A verificação quanto à identificação do animal se justificou pela existência de diferentes sistemas de cadastro do animal.

Foram eliminados do banco de dados, machos e fêmeas nascidos após março de 2007, restando apenas fêmeas púberes. Consideraram-se medidas válidas aquelas entre 21 e 98 meses de idade para IPP.

O grupo de contemporâneos (GC) foi formado pela concatenação das variáveis rebanho, ano e estação de nascimento. Para obtenção da estação de nascimento foi calculada a data juliana de nascimento (DJN) e quando esta foi igual a 366, considerou-se igual a 365. Classificaram-se as DJN em duas estações: águas (265 a 365 e 1 a 78) e seca (79 a 264).

Para formação do arquivo com os registros de idade ao primeiro parto (IPP) foram descartados grupos com menos de cinco fêmeas e touros com menos de três filhas. Desta forma, garantiu-se, além da variabilidade dentro de grupo, a conectabilidade entre eles, assegurando a existência de laços genéticos. No arquivo formado para o cálculo da inclusão no rebanho (IReb), que foi submetido à análise por um modelo de limiar, além dos critérios mencionados para IPP, descartou-se grupos sem variabilidade da variável resposta. Assim, foram deletados GCs com apenas uma informação (grupos somente com fêmeas classificadas como “1” ou grupos com apenas fêmeas “0”). Isto porque, Silva *et al*. (2005) relataram que a existência de GCs sem variabilidade poderia prejudicar a convergência da análise estatística se estes forem considerados como efeito fixo e/ou resultaria em estimativas dos componentes de (co)variâncias viesados. Esse procedimento de eliminação de GCs sem variabilidade foi uma alternativa sugerida por Berger (1994), baseado em estudos de Harville & Mee (1984). O descarte de GCs com mesma classificação também garante que todas as fêmeas tiveram chance de emprenhar precocemente, no caso de IReb.

A descrição dos arquivos de dados utilizados nas análises de IPP e IReb é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos arquivos de dados utilizados nas análises da idade ao primeiro parto (IPP) e inclusão no rebanho (IReb) de fêmeas da raça Nelore.

| Informações | Precocidade Sexual | |
|---|---|---|
| | IPP | IReb |
| Número de observações | 22.511 | 109.943 |
| Número de rebanhos | 99 | 110 |
| Período de nascimento | 1986 a 2006 | 1985 a 2007 |
| Touros pais | 659 | 1.236 |
| Grupos de contemporâneos | 668 | 880 |
| Matriz de parentesco (animais) | 40.307 | 178.197 |

## 4- Metodologia

### 4.1. Idade ao primeiro parto

Para estimar os parâmetros genéticos e fenotípicos para idade ao primeiro parto, os arquivos de dados foram submetidos ao programa computacional Multiple Trait Derivative Free Restrict Maximum Likelihood (MTDFREML) (BOLDMAN *et al.*, 2002) e assim, as estimativas dos componentes de variância foram obtidas pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML), por meio de modelo animai uni-característica, com equações de Modelos Mistos (EMM). O modelo empregado nas análises foi:

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

Em que:

Y = vetor de observações;

X = matriz de incidência associada ao efeito fixo;

Z = matriz de incidência associada ao efeito aleatório;

β = vetor do efeito fixo (grupo de contemporâneo);

a = vetor do efeito genético aditivo direto do animal;

e = vetor de resíduos aleatórios, pressupondo distribuição normal.

Assumiu-se também, as seguintes pressuposições:

E (a) = 0;

E (e) = 0;

Var (a) = A $\sigma^2_a$;

Var (e) = $I_n$ $\sigma^2_e$;

Em que:

A = numerador da matriz de parentesco;

I = matriz identidade;

N = número de registros;

$\sigma^2_a$ = variância genética aditiva direta;

$\sigma^2_e$ = variância residual.

Considerou-se que o critério de convergência tinha sido alcançado, quando a variância dos valores do logaritmo da função de verossimilhança era igual ou menor que $10^{-9}$. Como há possibilidade de se obterem valores máximos locais, em vez do máximo global, as análises foram repetidas várias vezes no sentido de assegurar a convergência no máximo global da função de verossimilhança.

### 4.2. Inclusão no rebanho

Para a análise de características categóricas, como foi a abordagem dada a inclusão no rebanho (IReb), é necessário utilizar um modelo que considere a distribuição não-normal do erro associado a essa característica. Os modelos não-

lineares são os mais indicados neste tipo de situação, combinando as teorias de modelos lineares e de limiar. Características de limiar (*threshold*) foram definidas por Falconer & Mackay (1996) como aquelas que variam descontinuamente, mas não apresentam herança mendeliana simples. Mattar *et al*. (2007) definiram “limiar” como o nível de propensão no qual o fenótipo apresenta sucesso ou fracasso na expressão da característica.

Para estimação dos componentes de variância, o arquivo de IReb foi avaliado por metodologia bayesiana. Essa metodologia pressupõe que os parâmetros são variáveis aleatórias, cujo comportamento é regulado por uma distribuição de probabilidade que se assume sobre seus possíveis valores, traduzindo uma informação inicial, denominada *a priori* que se tenha sobre os parâmetros, antes mesmo de se obter os dados. O conhecimento *a priori* sobre os parâmetros é modificado por meio de uma função de verossimilhança. Combinando estas duas fontes de informação, *a priori* e verossimilhança, pelo teorema de Bayes, obtém-se a distribuição *a posteriori* conjunta. Como a distribuição *a posteriori* conjunta, em geral, não pode ser obtida de uma forma exata, a inferência é baseada em amostras, usando processos de simulação mediante iterações que utilizam métodos de Monte Carlo via Cadeias de Markov, como o amostrador de Gibbs.

*Gibbs Sampling* (GS) ou amostragem de Gibbs é um método de obter amostras da distribuição *a posteriori*, que permitem fazer inferência sobre os parâmetros. Utilizou-se nesse caso, o *software Multiple Trait Gibbs Sampler for Animal Models* – MTGSAM *for threshold* (VAN TASSEL *et al*., 1995) para calcular as médias posteriores das distribuições marginais obtidas a partir das amostras da cadeia de GS para estimar os componentes de (co)variância , resultando em uma cadeia de vetores (VAN TASSEL & VAN VLECK, 1998). Porém, nem todos os vetores dessa cadeia são adequados para se utilizar no cálculo dos componentes de (co)variância, assim sendo, um período inicial denominado de *burn in* determina o conjunto de vetores a ser descartados .

O comprimento da cadeia, o *burn in* e a freqüência de amostragem utilizados em cada análise foram previamente indicados pelo programa Gibanal (VAN KAAM, 1997).

Informações *a priori* foram tomadas como distribuições *flat prior* para os efeitos fixos e para a variância aditiva direta. Desta forma, espera-se que os dados sejam dominantes, ou seja, que a informação *a priori*, tenha pouca influência nas estimativas.

Desta forma, sob metodologia Bayesiana, o modelo animal unicaracter utilizado na análise de IReb pode ser descrito por:

$$Y = X\beta + Wa + e$$

Em que:

Y = vetor de observações;

X = matriz de incidência associada ao efeito fixo;

W = matriz de incidência associada ao efeito aleatório;

β = vetor do efeito fixo (grupo de contemporâneo);

a = vetor do efeito genético aditivo direto do animal;

e = vetor de resíduos aleatórios, pressupondo distribuição normal.

Assumiu-se também, as seguintes pressuposições:

E (a) = 0;

E (e) = 0;

Var (a) = A $\sigma^2_a$;

Var (e) = $I_n$ $\sigma^2_e$;

Em que:

A = numerador da matriz de parentesco;

I = matriz identidade;

N = número de registros;

$\sigma^2_a$ = variância genética aditiva direta;

$\sigma^2_e$ = variância residual.

Na Tabela 2 encontram-se o número de informações, grupos de contemporâneos (GCs), os valores iniciais para os componentes de variância dos efeitos aleatórios, o comprimento das cadeias de Marcov, o *burn in*, a freqüência de amostragem e o número de vetores utilizados para se obter os componentes de variância aditiva e residual, por meio de inferência Bayesiana. Nesta análise, o valor de variância residual foi fixado em "1", por ela não ser estimável em modelos de limiar, como sugerido por Gianola & Foulley (1983).

Tabela 2. Informações utilizadas para se obter os componentes de variância aditiva e residual, por meio de inferência Bayesiana para fêmeas Nelore.

| Informações | Inclusão no Rebanho |
|---|---|
| Número de informações | 40.014 |
| Grupo de contemporâneos | 389 |
| Valores iniciais para efeitos aleatórios | $\sigma^2_a = 0{,}01$<br>$\sigma^2_e = 1{,}00$ |
| Comprimento da cadeia | 1.733.000 |
| Burn in | 11.000 |
| Frequência de amostragem | 6.000 |
| Número de vetores | 287 |

$\sigma^2_a$ = variância aditiva de touro; $\sigma^2_e$ = variância residual.

Para verificar a convergência do algoritmo *Gibbs Sampling*, usou-se o critério de verificação visual gráfica de convergência, gerado pelo pacote *Bayesian Output Analysis* (BOA) disponível para o *software* livre R® (SMITH, 2005). Foram observados também os resultados dos testes de Geweke (1992), confirmando a convergência.

O teste de Geweke propõe a divisão da cadeia em duas frações, uma inicial que corresponde aos 10 % primeiros valores e uma final, que corresponde aos 50 % finais. A média das iterações amostradas na fração inicial é comparada com a média dos valores amostrados na fração final, com base na metodologia estatística Z, em que a diferença entre as duas frações é dividida pelo erro-padrão assintótico. Como há um grande número de iterações, a estatística Z as aproxima de uma distribuição normal, em caso de convergência. Valores de *p-value* são fornecidos para as duas

extremidades da curva. Se *p-value* for maior que 0,05 não há indícios contra a convergência. No entanto, não há provas de que a cadeia convergiu (SMITH, 2005).

Posteriormente, uma amostra das estimativas *a posteriori* dos coeficientes de herdabilidade foi analisada usando-se procedimento UNIVARIATE do *software* SAS® (SAS Inst., Inc., Cary, NC).

## Resultados e Discussão

### 1- Estatísticas descritivas

#### 1.1. Idade ao primeiro parto

O arquivo formado para análise da idade ao primeiro parto (IPP) apresentou 22.511 observações, com média igual a 41,85 ± 12,32 meses e, valores mínimo e máximo iguais a 21 e 98 meses, respectivamente.

O valor de IPP médio encontrado neste trabalho foi superior ao de demais trabalhos realizados com a raça Nelore. Martins Filho & Lôbo (1991) relataram 35 meses para IPP; Bergmann *et al.* (1998), 38 meses; Garnero *et al*. (1999), 36 meses; Dias *et al*. 2004, entre 34 e 35 meses de acordo com o grupo de contemporâneo estudado. O valor de IPP superior deste trabalho se deve a formação do banco de dados em que se permitiram IPP com até 98 meses, favorecendo a variabilidade das informações.

#### 1.2. Inclusão no rebanho

Para inclusão no rebanho (IReb) foram analisadas informações de 40.014 fêmeas, sendo que 17,26 % dessas apresentaram classificação “1”, ou seja, sucesso para IReb, registrando idade ao primeiro parto média de 36,35 ± 5,41 meses, resultante de 6905 observações medidas. Considerando que IReb indica o valor máximo de fêmeas aptas à reprodução, disponíveis para serem selecionadas para compor o plantel de matrizes da fazenda, essa característica indicaria o valor da taxa de reposição que poderia ser aplicado.

Eler *et al*. (2002) e Silva *et al.* (2003) reportaram taxa de prenhez de 17% considerando somente as novilhas que foram expostas a monta. Silva & Albuquerque (2004) relataram que apenas 10,4% das fêmeas desmamadas chegaram a conceber.

Meirelles *et al*. (2009) observaram que das 11.696 novilhas Nelore, 19,84% efetivamente se reproduziram. Semmelman *et al*. (2001), analisando fêmeas Nelore expostas a monta aos 17-18 meses de idade, encontraram taxa de prenhez média de 20,6%. Mattar *et al.* (2007) obtiveram 46 % de sucesso para prenhez precoce de novilhas da raça Caracu. Gottschall *et al.* (2006) relataram taxa de prenhez de 87,7% para novilhas de composição racial britânica, acasaladas aos 14-15 meses de idade, mantidas em pastagens de azevém e suplementadas com concentrado no inverno.

Estes resultados evidenciam que os valores de porcentagem de novilhas que conceberam precocemente e desta forma, foram inclusas no rebanho, divergiram, principalmente, pelas diferenças de amostragem e também pelas diferenças nutricionais a que essas novilhas foram submetidas, bem como diferenças nas composições raciais.

## 2- Estimativas de componentes de variância e herdabilidade

### 2.1. Idade ao primeiro parto

Para a característica idade ao primeiro parto (IPP) foram obtidas as estimativas das variâncias genética aditiva direta, residual e fenotípica iguais a 1,17; 98,20 e 99,37, respectivamente. Resultando em uma herdabilidade estimada em 0,01 ± 0,009 para esse conjunto de dados.

Os valores de herdabilidade estimados para IPP podem ser considerados condizentes com os demais trabalhos encontrados na literatura que no geral, relatam baixa magnitude. Neste caso, sugere-se que a IPP seja avaliada por meio de um teste de progênie delineado em uma população grande, com progênies distribuídas em diferentes rebanhos, pelo uso da inseminação artificial, reduzindo os efeitos ambientais. Desta forma, obter-se-iam progênies numerosas de uma amostra de reprodutores e estimativas seguras de seus valores genéticos para a característica.

Segundo Mercadante (1995), as características de reprodução normalmente registradas a campo são mensuradas apenas nas fêmeas consideradas férteis. Assim,

as amostras são, usualmente, viesadas, o que pode contribuir para mascarar a variabilidade das características estudadas e as diferenças genéticas existentes entre os animais. Outro fator que também contribuiu para que a estimativa de herdabilidade obtida fosse considerada baixa foi o uso da estação de monta. A estação de monta faz com que se concentrem as parições, ou seja, as informações de IPP, diminuindo ainda mais a variabilidade genética desta característica.

Pereira *et al*. (2000) analisaram dois arquivos de dados, em que um incluía as fêmeas sem informação de parto e outro considerava somente as fêmeas que possuíam essa informação. Foi utilizado um modelo animal para as análises e os valores de herdabilidade encontrados foram 0,05 e 0,03, respectivamente. Outros autores também obtiveram valores baixos para IPP. Koots *et al*. (1994), em revisão de literatura, relataram herdabilidade média para IPP igual a 0,06 (ponderada pelo inverso do quadrado do erro-padrão de cada estimativa). Bergmann *et al.* (1998), também usando modelo animal, relataram herdabilidade de 0,01. Os autores consideraram, que a baixa herdabilidade encontrada, provavelmente, foi devido ao manejo da fazenda, pois esses animais foram expostos à reprodução em idade pré-estabelecida, em torno de 27 meses, sendo que poderiam ter condições de se reproduzir mais cedo e, assim, não puderam mostrar seu potencial.

Smith *et al*. (1989) observaram o mesmo comportamento ao estimarem herdabilidade para IPP e para idade à puberdade de 0,01 e 0,10, respectivamente. Os autores atribuíram os valores baixos ao fato de a estação de monta ser fixa, limitando a expressão da variabilidade genética desta característica. Dias *et al*. (2004 b) estimaram herdabilidade igual a 0,16 ± 0,03, quando incluíram também o tipo de serviço no grupo de contemporâneos; valores semelhantes foram obtidos por Martins Filho & Lôbo (1991), Mercadante (1995) e Garnero *et al*. (1999), de 0,19, 0,25 e 0,15, respectivamente, para a raça Nelore.

## 2.2. Inclusão no rebanho

Para a inclusão no rebanho, avaliada sob metodologia Bayesiana para modelo de limiar, a convergência do algoritmo *Gibbs Sampling* foi verificada pela observação gráfica dos valores de variância genética aditiva e herdabilidade em função do número da iteração, gerados pelo pacote *Bayesian Output Analysis* (BOA) disponível para o *software* livre R® (SMITH, 2005) e apresentados nas Figuras 1 e 2, respectivamente. Assumiu-se a convergência quando, após determinado ponto, os dados apresentaram comportamento considerado constante, como observado para os parâmetros da IReb, que ocorreu para a variância genética aditiva e para a herdabilidade após 500.000 iterações.

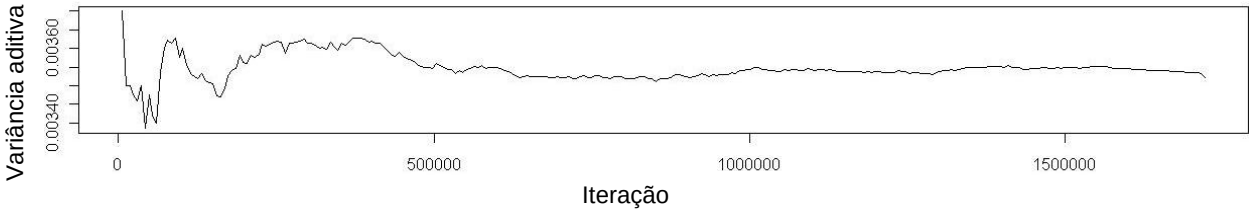



Figura 1. Número de iterações da variância genética aditiva *a posteriori* para a inclusão no rebanho de fêmeas da raça Nelore.

Figura 2. Número de iterações nas análises de herdabilidade *a posteriori* para a inclusão no rebanho de fêmeas da raça Nelore.

Como medida auxiliar, a convergência também foi verificada pelo teste de Geweke (1992), cujo resultado é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Teste de Geweke para verificação da convergência das cadeias geradas para estimação dos parâmetros de inclusão no rebanho de fêmeas Nelore

| Teste de Geweke | Inclusão no Rebanho | |
|---|---|---|
| | $\sigma^2_a$ | $h^2$ |
| **Z-Score** | 0,1944 | 0,1960 |
| **p-value** | 0,8459 | 0,8446 |

Como pode se observar na Tabela 3, o teste de Geweke não indicou a não convergência, uma vez que os *p-values* da variância genética aditiva e da herdabilidade para inclusão no rebanho foram superiores a 0,05; confirmando a hipótese de convergência verificada pela visualização gráfica descrita anteriormente.

Para a inclusão no rebanho, as estimativas *a posteriori* dos componentes de variância e da herdabilidade, pela análise Bayesiana dos dados, submetidos ao modelo animal são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Estimativas *a posteriori* dos componentes de variância e herdabilidade para inclusão no rebanho de fêmeas Nelore.

| Estimativas | N | Média | Mínimo | Máximo | Moda | Mediana | IC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\sigma^2_a$ | | 0,004 | 0,000 | 0,005 | 0,004 | 0,004 | [0,002:0,005] |
| $\sigma^2_e$ | 287 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | . |
| $h^2$ | | 0,004 | 0,000 | 0,005 | 0,004 | 0,003 | [0,003:0,005] |

$\sigma^2_a$ = variância genética aditiva; $\sigma^2_e$ = variância residual; $h^2$ = herdabilidade; N = tamanho da amostra; IC = intervalo de 90 % de credibilidade.

A média *a posteriori* da variância genética aditiva foi considerada nula e da mesma forma, o coeficiente de herdabilidade também (Tabela 4). As Figuras 3 e 4 apresentam a densidade *a posteriori* da variância genética aditiva e da herdabilidade da inclusão no rebanho, respectivamente.

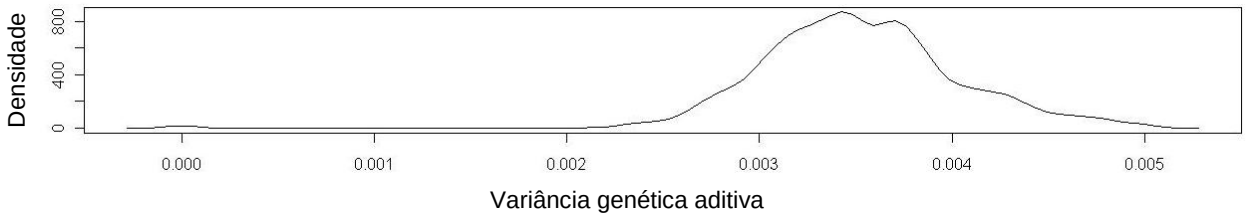



Figura 3. Densidade *a posteriori* da variância genética aditiva para a inclusão no rebanho de fêmeas da raça Nelore.

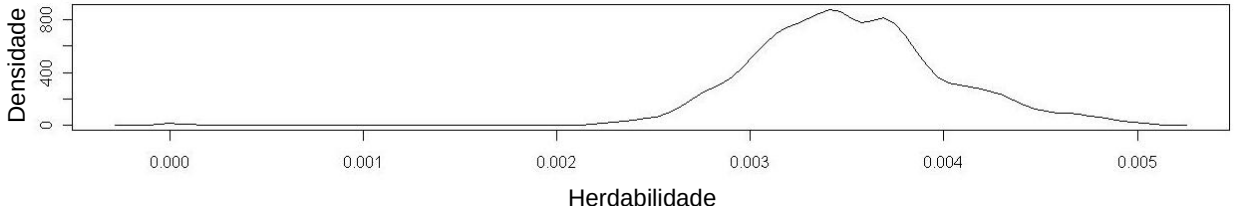



Figura 4. Densidade *a posteriori* da herdabilidade para a inclusão no rebanho de fêmeas da raça Nelore.

A herdabilidade para IReb foi considerada nula, indicando que para os rebanhos em estudo, esta característica é principalmente, influenciada por aspectos ambientais e a melhoria destes, resultaria na melhoria da precocidade sexual de forma mais eficiente do que a seleção baseada em valores genéticos para IReb. Barros (2006) analisou a IReb em um rebanho da raça Caracu, e obteve herdabilidade igual a 0,23. Mattar *et al*. (2007), entretanto, obtiveram valor de herdabilidade de 0,13 para o sucesso ao primeiro parto de fêmeas da mesma raça. Esta, apesar de possuir denominação diferente, baseia-se nos mesmos princípios da IReb. Também Meirelles *et al.* (2009), utilizando o mesmo princípio, analisaram a probabilidade de prenhez precoce e estimaram herdabilidade igual a 0,47 em novilhas da raça Nelore.

## Conclusões

O estudo da idade ao primeiro parto permitiu concluir que para os rebanhos analisados, a melhoria dessa característica seria basicamente influenciada pelas condições ambientais, respondendo de forma ineficaz à seleção para precocidade sexual baseada em valores genéticos.

A inclusão no rebanho não se mostrou herdável e a sua aplicação não é indicada para a seleção para precocidade sexual dos rebanhos em estudo.

**Referências Bibliográficas**

ATENCIO, A. Predicciones genéticas de la fertilidad en la hembra cebú. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AGROPECUÁRIA: Cría y Mejoramiento Genético, 8., 2000, Mariano R. Alonso. **Anales...** Asunción: CEA, 2000. 117p. p.29-40.

BARROS, P. S. **Objetivos e índices de seleção para bovinos da raça Caracu.** 2006. 83 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

BERGER, P. J. Genetic prediction for calving ease in the United States: data, models, and use by the dairy industry. **J. Dairy. Sci.,** Cambridge, v. 77, n. 4, p. 1146-1153, 1994.

BERGMANN, J. A. G.; GRESSLER, S. L.; PEREIRA, C. S; PENNA, V. M.; PEREIRA, J. C. C. Avaliação de fatores genéticos e de ambiente sobre algumas características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore em regime de estação de monta restrita. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.,** Belo Horizonte, v. 50, p. 633-645, 1998.

BOLDMAN, K. G.; KRIESE, L. A.; VAN VLECK, L. D. et al. **A manual for use for MTDFREML:** a set of programs to obtain estimates of variances and covariances. Lincoln: Department of Agricultural; Agricultural Research Service, 2002. 129p.

DIAS, D. S. O.; TONHATI, H.; MAGNABOSCO, C. U.; LÔBO, R. B.; BORJAS, A. L. R. Análise genética da idade ao primeiro parto de fêmeas da raça Nelore criadas na região centro-oeste do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 4., 2002. Campo Grande **Anais...** CD- ROM.

DIAS, L. T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L. G. Efeito da idade de exposição de novilhas à reprodução sobre estimativas de herdabilidade da idade ao primeiro parto em

bovinos Nelore. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.,** Belo Horizonte, v. 56, n. 3, p. 370- 373, 2004 a.

DIAS, L. T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimativas de herdabilidade para idade ao primeiro parto de novilhas da raça nelore. **R. Bras. Zootec.,** Viçosa, v. 33, n. 1, p. 97- 102, 2004 b.

DONOGHUE, K. A.; REKAYA, R.; BERTRAND, J. K.; MISZTAL, I. Genetic evaluation of calving to first insemination using natural and artificial insemination mating data. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 82, n. 2, p. 362- 367, 2004.

DOYLE, S. P.; GREEN, R. D.; GOLDEN, B. L.; BRINCKS, J. S. Additive genetic parameter estimates for heifer pregnancy and subsequent reproduction in Angus females. **J. Anim. Sci.,** Champaign, v. 78, n. 8, p. 2091- 2098, 2000.

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

ELER, J. P.; SILVA, J. A. II. V.; EVANS, J. L.; FERRAZ, J. B. S.; DIAS, F.; GOLDEN, B. L. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nellore cattle**. J. Anim .Sci.**, Champaign, v. 82, n. 9, p. 2519- 2527, 2004.

EVANS, J. L.; GOLDEN, B. L.; BOURDON, R. M. et al. Additive genetic relationship between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. **J. Anim. Sci.,** Champaign, v. 77, n. 10, p. 2621- 2628, 1999.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics.** Harlow: Longman Science, 1996. 464 p.

GARNERO, A. V.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F. et al. Estimativas de parâmetros genéticos de características reprodutivas na raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p. 157.

GEWEKE, J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to calculating posterior moments. In: **Bayesian Statistics.** 4 ed. Oxford: Oxford University Press, 1992.

GIANOLA, D.; FOULLEY, J. L. Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. **Genet. Sel. Evol.,** Paris, v. 15, p. 201- 224, 1983.

GOTTSCHALL, C. S.; FERREIRA, E. T.; MARQUEZ, P.; GALARZA, A. A.; TANURE, S.; LOURENZEN, G.; BITTERCOURT, H. R. Influências das relações entre o ganho médio diário de peso, a idade e o peso no primeiro acasalamento no desempenho reprodutivo de novilhas de corte acasaladas aos 14 e 24 meses. **Revista Ceres,** Viçosa, v. 53, n. 307, p. 335- 342, 2006.

HARVILLE, D. A.; MEE, R. W. A mixed model procedure for analyzing ordered categorical data. **Biometrics**, v. 40, p. 393-408, 1984.

KOOTS, K.R.; GIBSON, J. P.; SMITH, C.; WILTON, J. W. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits: 1. Heritability. **Anim. Breed. Abstr.,** Edinburgh, v.62, p.309-338, 1994.

MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R. B. Estimates of genetic correlations between sire scrotal circumference and offspring age at first calving in Nelore cattle. **Rev. Bras. de Genét.,** Ribeirão Preto, v. 14, n. 1, p. 209- 212, 1991.

MATOS, S.; ROSA, A. N. Desempenho reprodutivo de fêmeas das raças zebuínas. **Inf. Agropec.,** Belo Horizonte, v. 10, n. 112, p. 29- 33, 1984.

MATTAR, M.; MEIRELLES, S. L.; OLIVEIRA, J. A.; ESPASANDIN, A. C.; QUEIROZ, S. A. Fatores genéticos e ambientais sobre a probabilidade de prenhez precoce em bovinos Caracu. **Ciênc. Rur.,** Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1405- 1410, 2007.

MEIRELLES, S. L.; ESPASANDIN, MATTAR, M.; QUEIROZ, S. A. Genetic and environmental effects on sexual precocity traits in Nelore Cattle. **Rev. Bras. Zootec.,** Viçosa, v. 38, n. 7, p. 1211- 12-17, 2009.

MERCADANTE, M. E. Z.; PACKER, I. U.; RAZOOK, A. G.; CYRILLO, J. N. S. G.; FIGUEIREDO, L. A. Direct and correlated responses to selection for yearling weight on reproductive performance of Nelore cows. **J. Anim. Sci.,** Champaign, v. 82, n. 2, p. 376-384, 2003.

ORTELAN, A. A.; SILVA, J. A. II V.; ALBUQUERQUE, L. G.; SESANA, R. C. Produtividade de novilhas Nelore sexualmente precoces. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. CD- ROM.

PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; MENDONÇA, C. D. A. Análise genética da idade ao primeiro parto na raça Nelore. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 3., 2000, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBMA, 2000. Disponível em: <http://www.sbmaonline.org.br/anais/iii/trabalhos/bovinocorte/iiit26bc.pdf.> Acesso em: 19 jan. 2008.

PEREIRA, E.; ELER, J. P.; Ferraz, J. B. S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Rev. Bras. Zootec.,** Viçosa, v. 9, n. 6, p. 1676-1683, 2000.

PEREIRA, J. C. C.; AYALA, J. M. N.; OLIVEIRA, H. N. Efeitos genéticos e não-genéticos sobre a idade ao primeiro parto de duas populações da raça Nelore. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 42, p. 93- 102, 1991.

ROCHA, M. G.; LOBATO, J. F. P. Avaliação do desempenho reprodutivo de novilhas de corte primíparas aos dois anos de idade. **Rev. Bras. Zootec.,** Viçosa, v. 31, p. 1388-1395, 2002.

SEMMELMANN, C. E. N.; LOBATO, J. F. P.; ROCHA, M. G.; Efeito de sistemas de alimentação no ganho de peso e desempenho reprodutivo de novilhas Nelore acasaladas aos 17/18 meses. **Rev. Bras. Zootec.,** Viçosa, v. 30, p. 835- 843, 2001.

SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A. Relationships among weight gains, age at puberty and reproductive performance in heifers. **J. Anim. Sci.,** Champaign, v. 32, p. 127- 131, 1971.

SILVA, J. A. II V.; OLIVEIRA, H. N.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Parâmetros genéticos de prenhez de novilhas aos 14 Meses e de perímetro escrotal de machos nelore usando inferência bayesiana. In: Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, 4. 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBMA, 2002. CD- ROM.

SILVA, J. A. II V.; MELIS, M. H. V.; ELER, J. P; et al. Estimação de parâmetros genéticos para probabilidade de prenhez aos 14 meses e altura da garupa em bovinos da raça Nelore. **Rev. Bras. Zootec.,** Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1141- 1146, 2003.

SILVA, J. A. II V.; ALBUQUERQUE, L. G. Estudo da prenhez aos 18 meses e idade ao primeiro parto em novilhas Nelore. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: SBMA, 2004.

SILVA, J.A. II V.; DIAS, T.L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estudo Genético da Precocidade Sexual de Novilhas em um Rebanho Nelore. **Rev. Bras. Zootec.,** Viçosa, 34, n. 5, p. 1568- 1572, 2005.

SMITH, B. A.; BRINKS, J. S.; RICHARDSON, G. V. Estimation of genetic parameters among reproductive and growth traits in yearling heifers. **J. Anim. Sci.,** Champaign, v. 67, p. 2886- 2891, 1989.

SMITH, B. J. Bayesian Output Analysis Program (BOA), Version 1.1.5. University of Iowa, Iowa City, IA, 2005. Disponível em: http://www.public-health.uiowa.edu/BOA/. Acesso em 03.mar.2009.

TEIXEIRA, R. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; FRIES, L. A. Comparações bioeconômicas entre três idades à primeira cobertura em novilhas Nelore. **Ars Vet.** Jaboticabal, v. 18, n. 3, p. 197-203, 2002.

VAN KAAM, J. B. C. H. M. **Gibanal:** Analysing program for Marcov Chain Monte Carlo sequences. Version 2.3, 1997.

VAN TASSEL, C. P.; VAN VLECK, D. L. **A manual for use of MTGSAM.** A set of FORTRAN programs to apply Gibbs sampling to animal models for variance component estimation (DRAFT), Washington: Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1995.

VAN TASSEL, C. P.; VAN VLECK, L. D.; GREGORY, K. E. Bayesian analysis of twinning and ovulation rates using a Multiple-Trait Threshold Model and Gibbs Sampling. **J. Anim. Sci.**, v. 76, p. 2048-2061, 1998.

# CAPÍTULO 3 – HABILIDADE DE PERMANÊNCIA NO REBANHO DE FÊMEAS DA RAÇA NELORE.

## Habilidade de permanência no rebanho de fêmeas da raça Nelore.

**RESUMO –** A habilidade de permanência é a probabilidade de uma vaca estar presente em um rebanho a uma idade específica, possibilitando a mensuração da longevidade produtiva, mesmo quando não se possui informações de descarte de fêmeas. Este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar, em fêmeas da raça Nelore pertencentes ao banco de dados do programa PAINT® - CRV Lagoa, o critério de seleção habilidade de permanência aos 48, 60 e 72 meses de idade. Os registros de habilidade de permanência foram abordados de forma categórica/limiar, aplicando escore de sucesso “1” para as fêmeas que permaneceram no rebanho até 48 (HP48), 60 (HP60) e 72 (HP72) meses de idade e que conceberam, no mínimo, dois produtos até a idade determinada; e “0”, representando o fracasso, para aquelas que não atenderam essas condições. Os grupos de contemporâneos foram formados pela concatenação das variáveis rebanho, ano e estação de nascimento. As análises de habilidade de permanência basearam-se em metodologia Bayesiana, utilizando um modelo touro unicaracterística. As variâncias genéticas de touro estimadas para as três idades foram iguais a zero, assim como as estimativas de herdabilidade que foram iguais 0,001 para HP48, HP60 e HP72. Para o conjunto de dados analisado, as diferenças mensuradas quanto à habilidade de permanência podem ser atribuídas, principalmente, a diferenças ambientais, indicando que a melhoria no manejo, de forma geral, poderia aumentar a permanência da fêmea no rebanho.

**Palavras-chave:** assiduidade reprodutiva, bovinos de corte, inferência bayesiana, longevidade produtiva, modelo de limiar, *threshold*

## Introdução

Considerando que os alicerces do rebanho são as fêmeas que o compõem, a assiduidade reprodutiva anual determinará a sobrevivência destas, uma vez que em caso de falha, normalmente, serão descartadas. Sendo assim, a fertilidade merece destaque, uma vez que determina a quantidade de animais produzidos para o mercado e pode ser considerada como o fator isolado mais importante na determinação da lucratividade da pecuária (SILVA *et al*., 2003). A fertilidade pode ser melhorada, ao selecionar animais para duração da vida produtiva (DVP) ou para a habilidade de permanência no rebanho, tradução do inglês, *stayability* (HP), e também conhecida como longevidade produtiva.

A DVP da vaca é uma característica que engloba critérios reprodutivos, produtivos e econômicos e que pode ser utilizada na avaliação da eficiência do animal no sistema de produção. Entretanto, apresenta limitações para ser empregada como critério de seleção, pois, se a medida for feita tardiamente, aumenta o intervalo de gerações e, conseqüentemente, diminui o ganho genético anual (QUEIROZ *et al*., 2007).

A HP foi definida por Hudson & Van Vleck (1981) como a probabilidade de a vaca estar presente no rebanho a uma idade específica. Esta variável pode ser medida em todas as fêmeas em produção no rebanho sem a necessidade de que tenham encerrado a vida produtiva, como ocorre com a DVP. Também possibilita a mensuração da longevidade produtiva em rebanhos que não possuem informações de descarte de fêmeas. Considerando-se que uma das práticas de manejo reprodutivo adotadas atualmente, é o descarte da fêmea em caso de falha, ou seja, de não conceber, dado que teve a oportunidade de emprenhar, a HP apresenta como resposta, duas classes fenotípicas, permanecer ou não no rebanho se aplicado o “critério de corte” de acordo com a idade. Desta forma, pressupõe-se que fêmeas que atingiram determinada idade produziram um produto por safra.

Os registros de HP são comumente abordados de forma binária e têm como respostas, sucesso ou fracasso. Ao sucesso atribuí-se escore “1” e ao fracasso “0”,

como respostas a permanência no rebanho até determinada idade, resultando em distribuição categórica de dados, caracterizando a HP como característica de limiar (*threshold*). Falconer & Mackay (1996) definiram característica de limiar como aquela que apresenta variação descontínua, mas que quando submetida à análise genética, mostra-se influenciada por muitos genes, de maneira semelhante às características quantitativas. Constam na literatura diversos trabalhos em que se utilizou inferência bayesiana para estimar parâmetros genéticos de HP por meio de modelos de limiar usando o *software multiple trait Gibbs sampler for animal models* (MTGSAM) (SILVA *et al*., 2003; MERCADANTE *et al*., 2004; QUEIROZ *et al*., 2007; e VAN MELIS *et al.,* 2007). Segundo Costa (2005), uma das principais motivações para o uso da metodologia Bayesiana está no fato dos parâmetros serem vistos como variáveis aleatórias, cujo comportamento é regulado por uma distribuição de probabilidade que se assume sobre seus possíveis valores, traduzindo uma informação inicial, denominada *a priori,* que se tenha sobre os parâmetros, antes mesmo de serem obtidos os dados. Van Melis *et al*. (2004) compararam o uso da inferência bayesiana e do método R, concluindo que ambos foram eficazes para estimar parâmetros genéticos de característica de limiar.

Nieto *et al*. (2007) estimaram por meio de metodologia bayesiana, as herdabilidades da HP para a raça Canchim codificando os registros de forma binária e em quatro categorias que retratavam o número de partos até 76 meses de idade. Concluíram que houve pequenas diferenças entre as duas formas, porém, os autores relataram que as estimativas de herdabilidade encontradas (ao redor de 0,07) não indicaram boas perspectivas de resposta à seleção.

Os registros de HP também podem ser interpretados sob comportamento linear, pelo número de produtos originados pela vaca até determinada idade, resultando em uma distribuição menos descontínua dos dados. Marcondes *et al*. (2005) compararam a utilização dos modelos de limiar e linear na análise da HP de vacas Nelore. Ambas as análises utilizaram o *software* MTGSAM, e a conclusão dos autores foi que esse último pode ser vantajoso devido ao reduzido tempo de processamento das análises,

bastando transformar a escala normal subjacente da característica para obter a estimativa de herdabilidade.

No entanto, os modelos de limiar foram os mais empregados na última década. Diversos trabalhos com raças zebuínas, principalmente com a raça Nelore, foram realizados e em geral, reportaram valores de herdabilidade variando de 0,13 a 0,28 para HP mensurada no período de 6 a 7 anos de idade. Correlações entre as medidas nas diferentes idades variaram de 0,70 a 0,97, indicando que a seleção pode ser baseada na HP em idades mais jovens (SILVA *et al*., 2003; MARCONDES *et al*., 2005; VAN MELIS *et al*., 2004 e 2007).

Bertazzo *et al*. (2004) evidenciaram que fêmeas que permanecem no rebanho por mais tempo são aquelas que possuem melhores índices reprodutivos e produtivos e de acordo com Rekik & Allaire (1993), índices que utilizam registros de produção e, permanência produtiva foram mais precisos do que aqueles que consideraram somente produção. Formigoni *et al*. (2005) concluíram que a HP apresentou maior importância econômica em termos absolutos, comparada à probabilidade de prenhez aos 14 meses de idade, ressaltando ainda que quanto maior for o valor do investimento na reposição de novilhas, maior será a importância econômica da HP em bovinos de corte. GENSYS (2008), ao estudarem um índice bioeconômico para fêmeas Nelore, afirmaram que não basta a fêmea ser precoce sexualmente e produzir bezerros com mérito superior para produção de carne, se ela não apresentar permanência produtiva, ou seja, habilidade de permanecer no rebanho gerando um bezerro por safra.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar, em fêmeas da raça Nelore participantes do programa de melhoramento genético PAINT®, da CRV Lagoa, a habilidade permanência, aos 48, 60 e 72 meses de idade, como característica de limiar.

## Material e Métodos

### 1- Característica avaliada

Para este estudo foram utilizados dados reprodutivos de fêmeas da raça Nelore de rebanhos participantes do programa PAINT®. Os registros de habilidade de permanência (HP) foram abordados de forma categórica, aplicando-se escores de sucesso “1” para as fêmeas que permaneceram no rebanho até 48 (HP48), 60 (HP60) e 72 meses de idade (HP72) e que conceberam, no mínimo, dois produtos até a idade determinada. Receberam “0”, representando o fracasso, as fêmeas que não permaneceram no rebanho, ou seja, foram descartadas por não emprenharem em estações reprodutivas anteriores.

### 2- Descrição do banco de dados

Para execução das análises utilizou-se informações de fêmeas da raça Nelore, pertencentes ao banco de dados do programa de melhoramento de bovinos de corte – PAINT®, da central de inseminação artificial CRV Lagoa.

O manejo alimentar adotado nestas fazendas consistiu, basicamente, de pasto, sal mineral e água para consumo *ad libitum*. Em geral, não foi realizada suplementação energética para qualquer categoria de fêmeas. No entanto, em algumas fazendas onde não havia uniformidade de qualidade e disponibilidade de forragens, foram separados os melhores pastos da safra para as fêmeas em reprodução.

Quanto ao manejo reprodutivo, parte dos rebanhos realizou duas estações reprodutivas: uma antecipada que, em geral, ocorre de março a junho, utilizada para identificar a precocidade sexual de novilhas e, a estação tradicional, de outubro a fevereiro. Os restantes dos rebanhos realizaram somente a estação reprodutiva tradicional. No caso dos rebanhos PAINT®, a grande maioria das fêmeas foi inseminada e após, expostas a reprodutores em sistema de repasse. A monta natural, quando

expõe um grupo de fêmeas a um único reprodutor, é denominada “controlada” e a paternidade é conhecida. Porém, em sua maioria, os repasses foram realizados com mais de um touro por grupo de fêmeas, denominado repasse com “touro múltiplo” e a paternidade somente poderá ser conhecida por meio de exames de DNA.

As novilhas que emprenharam na estação antecipada foram favorecidas, uma vez que tiveram maior período de puerpério para se recuperarem e conceberem no início da estação de monta tradicional quando primíparas, aumentando as condições para manterem uma vida produtiva longa dentro do rebanho. A maioria dos rebanhos participantes do programa expôs as primíparas à monta natural controlada ou com grupos de reprodutores, aumentando assim, a taxa de prenhez dessa categoria. Essas práticas não geraram investimentos diretos aos criadores, somente uma mudança nas atividades para implantação dos grupos de fêmeas e touros que participaram desta estação reprodutiva.

De maneira geral, após 60 dias a partir do término da estação reprodutiva, as fêmeas foram submetidas a diagnóstico de gestação mediante palpação retal ou ultrassonografia e, em caso negativo, foram separadas para comercialização ou abate. Foram raros os criadores que concederam mais uma chance à fêmea, permitindo-a ficar improdutivamente na fazenda até a próxima safra. A adoção dessa estratégia de manejo assegura a condição de que uma fêmea que esteja no rebanho até determinada idade, gerou um bezerro por safra.

## 3- Consistência de dados e análises preliminares

A edição e consistência de dados foram realizadas no *software* SAS® (SAS Inst., Inc., Cary, NC). Partiu-se de um arquivo formado por todos os bancos de dados dos rebanhos participantes do programa, inclusive históricos. Devido à grande quantidade de rebanhos e divergências na forma como os dados foram coletados ao longo dos anos, realizou-se consistências para identificação do animal, sexo, data de nascimento, categoria de touro (inseminação, monta controlada e repasse com touro múltiplo),

código PAINT (código atribuído aos touros, cujo sêmen foi comercializado ou distribuído para utilização em massa, para padronização de identificação dos mesmos entre os rebanhos). A verificação quanto à identificação do animal se justificou pela existência de diferentes sistemas de cadastro do animal.

Foram eliminados do banco de dados, machos e fêmeas nascidos após março de 2005, restando apenas fêmeas com idade suficiente para terem concebido, no mínimo, duas vezes.

O grupo de contemporâneos (GC) foi formado pela concatenação das variáveis rebanho, ano e estação de nascimento. Para obtenção da estação de nascimento foi calculada a data juliana de nascimento (DJN) e quando esta foi igual a 366, considerou-se igual a 365. Classificaram-se as DJN em quatro estações: verão (355 a 365 e 1 a 78), outono (79 a 171), inverno (172 a 264) e primavera (265 a 354).

Para formação do arquivo de habilidade de permanência (HP) foram descartados GCs com menos de cinco fêmeas, touros com menos de três filhas e, GCs com menos de duas filhas por touro. Desta forma, garantiu-se além da variabilidade dentro de grupo, a conectabilidade entre eles, assegurando a existência de laços genéticos. Descartaram-se também, grupos que não apresentaram variabilidade da variável resposta, ou seja, em que todas as fêmeas foram classificadas como zero ou um. Essa consistência realizada nos GCs se justifica, pois de acordo com Silva *et al*. (2005), a existência de GCs sem variabilidade pode prejudicar a convergência da análise estatística se estes forem considerados como efeito fixo e/ou resultar em estimativas dos componentes de (co)variâncias viesados. Esse procedimento de eliminação de GCs sem variabilidade foi uma alternativa sugerida por Berger (1994), baseado em estudos de Harville & Mee (1984).

A descrição dos arquivos de dados utilizados nas análises de HP é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição do arquivo de dados utilizados nas análises da habilidade de permanência de fêmeas da raça Nelore.

| Informações | Habilidade de Permanência no Rebanho | | |
|---|---|---|---|
| | aos 48 meses | aos 60 meses | aos 72 meses |
| Número de observações | 6.862 | 5831 | 4416 |
| Número de rebanhos | 38 | 38 | 31 |
| Período de nascimento | 1980 a 2001 | 1980 a 2001 | 1980 a 1999 |
| Touros pais | 442 | 424 | 313 |
| Grupos de contemporâneos | 301 | 283 | 243 |

## 4- Metodologia

Para estimação dos componentes de variância, os arquivos de habilidade de permanência (HP) foram avaliados por metodologia bayesiana. Esse método vem sendo muito utilizado para análises de características de limiar, uma vez que assume que os parâmetros são variáveis aleatórias, cujo comportamento é regulado por uma distribuição de probabilidade que se assume sobre seus possíveis valores, traduzindo uma informação inicial, denominada *a priori* que se tenha sobre os parâmetros, antes mesmo de se obter os dados. O conhecimento *a priori* sobre os parâmetros é modificado por meio de uma função de verossimilhança. Combinando estas duas fontes de informação, *a priori* e verossimilhança, pelo teorema de Bayes, obtém-se a distribuição *a posteriori* conjunta. Como a distribuição *a posteriori* conjunta, em geral, não pode ser obtida em uma forma exata, a inferência é baseada em amostras, usando processos de simulação mediante iterações que utilizam métodos de Monte Carlo via Cadeias de Markov, como o amostrador de Gibbs.

Amostragem de Gibbs ou *Gibbs Sampling* (GS) é um método de obter amostras da distribuição *a posteriori*, que permitem fazer inferência sobre os parâmetros. Utiliza-se o *software Multiple trait Gibbs sampler for animal models* – MTGSAM *for threshold* (VAN TASSEL et al., 1995) para calcular as médias posteriores das distribuições marginais obtidas a partir das amostras da cadeia de GS para estimar os componentes de (co)variância, resultando em uma cadeia de vetores (VAN TASSEL & VAN VLECK,

1998). Porém, nem todos os vetores dessa cadeia são adequados para se utilizar no cálculo dos componentes de (co)variância, assim sendo, um período inicial denominado de *burn in* determina o conjunto de vetores a ser descartado.

O comprimento da cadeia, o período de descarte amostral (*burn in*) e a freqüência de amostragem utilizados em cada análise foram previamente indicados pelo programa Gibanal (VAN KAAM, 1997).

Informações *a priori* foram tomadas como distribuições *flat prior* para os efeitos fixos e para a variância genética aditiva direta. Desta forma, espera-se que os dados sejam dominantes, ou seja, que a informação *a priori*, tenha pouca influência nas estimativas.

Os componentes de variância foram estimados por análises unicaracterística, inicialmente, utilizando um modelo animal. Porém, assim como relatado por Queiroz *et al.* (2007), os valores das variâncias aditivas estimadas foram sempre crescentes, fenômeno denominado *blowing up*. Indicou-se como alternativa, a utilização do modelo touro descrito a seguir:

$$Y = X\beta + Zg + e$$

Em que:

Y = vetor das observações;

β = vetor de efeitos fixos;

g = vetor de efeito de touro (estima ¼ da variância genética aditiva);

e = vetor de efeitos residuais;

X e Z = Matrizes de incidência respectivas para cada efeito;

Para este modelo, consideraram-se as seguintes pressuposições:

E [Y] = Xβ;

E [g] = 0;

E [e] = 0;

Var [g] = A $\sigma^2_g$, em que A é a matriz de parentesco, considerando apenas as progênies dos touros;

Var [e] = $I_N$ $\sigma^2_e$, em que "I" é uma matriz identidade e "N" é o número de registros.

Assumiu-se também que o vetor "g" não era correlacionado com o vetor "e".

Na Tabela 2, encontram-se o número de informações, grupos de contemporâneos (GCs), os valores iniciais para os componentes de variância dos efeitos aleatórios, o comprimento das cadeias de Marcov, o *burn in*, a frequência de amostragem e o número de vetores utilizados para se obter os componentes de variância aditiva e residual, por meio de inferência Bayesiana.

Tabela 2. Informações utilizadas para se obter os componentes de variância aditiva e residual, por meio de inferência Bayesiana para fêmeas Nelore.

| **Informações** | **Habilidade de Permanência** | | |
|---|---|---|---|
| | **aos 48 meses** | **aos 60 meses** | **aos 72 meses** |
| **Número de touros** | 442 | 424 | 313 |
| **Grupo de contemporâneos** | 301 | 283 | 243 |
| **Valores iniciais para efeitos aleatórios** | $\sigma^2_s = 0{,}01$<br>$\sigma^2_e = 1{,}00$ | $\sigma^2_s = 0{,}01$<br>$\sigma^2_e = 1{,}00$ | $\sigma^2_s = 0{,}01$<br>$\sigma^2_e = 1{,}00$ |
| **Comprimento da cadeia** | 2.725.000 | 3.240.000 | 4.050.000 |
| **Burn in** | 6.500 | 6.800 | 7.000 |
| **Frequência de amostragem** | 1.500 | 1.800 | 2.000 |
| **Número de vetores** | 1.783 | 1.772 | 2.022 |

$\sigma^2_s$ = variância aditiva de touro; $\sigma^2_e$ = variância residual (valor fixado).

Para verificar a convergência do algoritmo *Gibbs Sampling*, usou-se o critério de verificação visual gráfica de convergência, gerado pelo pacote *Bayesian Output Analysis* (BOA) disponível para o *software* livre R® (SMITH, 2005). Foram observados também os resultados dos testes de Geweke (1992), confirmando a convergência.

O teste de Geweke propõe a divisão da cadeia em duas frações, uma inicial que corresponde aos 10 % primeiros valores e uma final, que corresponde aos 50 % finais. A média das iterações amostradas na fração inicial é comparada com a média dos valores amostrados na fração final, com base na metodologia estatística Z, em que a diferença entre as duas frações é dividida pelo erro-padrão assintótico. Como há um

grande número de iterações, a estatística Z as aproxima de uma distribuição normal, em caso de convergência. Valores de *p-value* são fornecidos para as duas extremidades da curva. Se *p-value* for maior que 0,05 não há indícios contra a convergência. No entanto, não há provas de que a cadeia convergiu (SMITH, 2005).

Para cada vetor componente considerado na análise, foi calculada a herdabilidade. Para este cálculo, o valor de variância residual foi fixado em “1”, por ela não ser estimável em modelos de limiar, como sugerido por Gianola & Foulley (1983).

Posteriormente, uma amostra das estimativas *a posteriori* dos coeficientes de herdabilidade foi analisada usando-se o procedimento UNIVARIATE do *software* SAS® (SAS Inst., Inc., Cary, NC).

## Resultados e Discussão

A habilidade de permanência, em diferentes idades, sob modelo de limiar apresentou as freqüências de escores descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Descrição dos arquivos de dados utilizados nas análises da habilidade de permanência de fêmeas Nelore.

| Escore | Habilidade de Permanência | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | aos 48 meses | | aos 60 meses | | aos 72 meses | |
| | Frequência | % | Frequência | % | Frequência | % |
| 0 | 3.115 | 45,39 | 3.100 | 53,16 | 2.462 | 55,75 |
| 1 | 3.747 | 54,61 | 2.731 | 46,84 | 1.954 | 44,25 |

Nota-se que a freqüência do escore “1” esteve ao redor de 50% para HP nas três idades. Valor próximo (38%) foi relatado por Silva *et al.* (2003), enquanto Mercadante *et al.* (2004) obtiveram 68%, ambos em fêmeas da raça Nelore com até 5 anos de idade, dado que tiveram pelo menos uma cria.

Para estimação dos componentes de variância, os arquivos de habilidade de permanência (HP) foram avaliados por metodologia bayesiana. A convergência do algoritmo *Gibbs Sampling* foi verificada pela observação gráfica dos valores de herdabilidade em função do número da iteração, gerados pelo pacote *Bayesian Output Analysis* (BOA) disponível para o *software* livre R® (SMITH, 2005) e apresentados nas Figuras 1, 2 e 3 para a habilidade de permanência no rebanho aos 48 (HP48), 60 (HP60) e 72 meses (HP72), respectivamente. Assumiu-se a convergência quando, após determinado ponto, os dados apresentaram comportamento considerado constante. Esse fato pode ser observado para as HPs nas três idades estudadas.

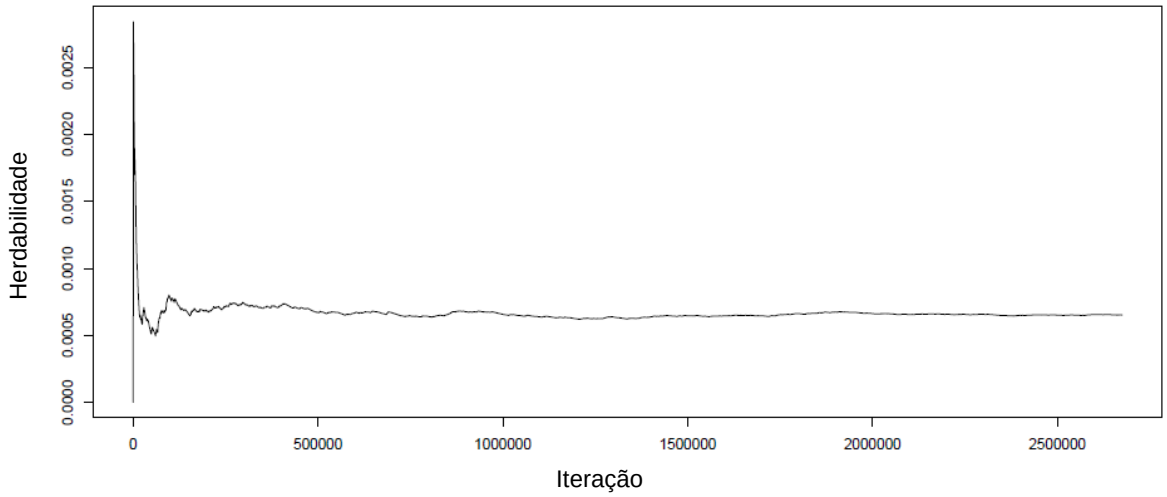



Figura 1. Tendência da estimativa de herdabilidade *a posteriori* de acordo com o número de iterações para a cadeia da habilidade de permanência no rebanho aos 48 meses de fêmeas da raça Nelore.

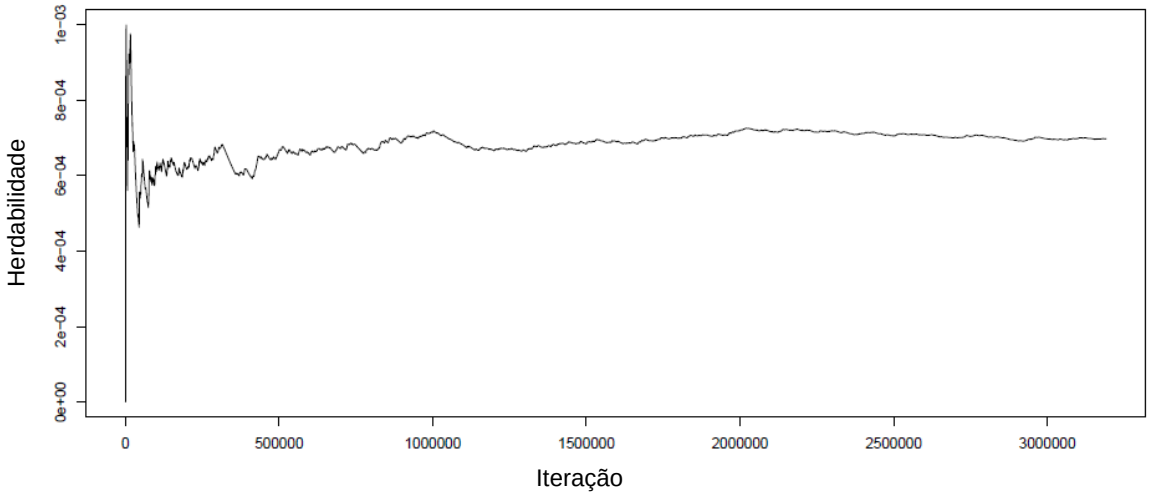



Figura 2. Tendência da estimativa de herdabilidade *a posteriori* de acordo com o número de iterações para a cadeia da habilidade de permanência no rebanho aos 60 meses de fêmeas da raça Nelore.

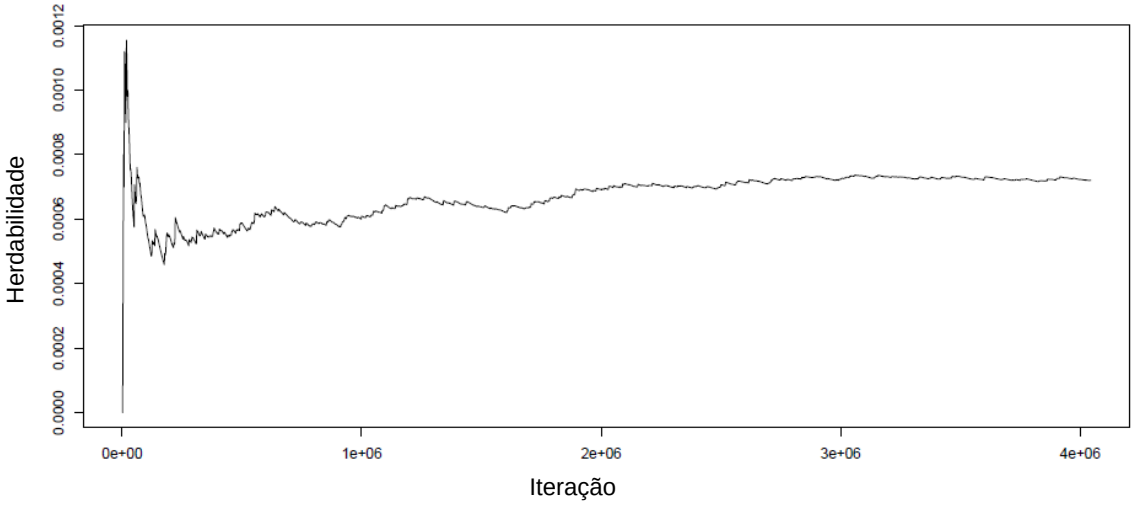



Figura 3. Tendência da estimativa de herdabilidade *a posteriori* de acordo com o número de iterações para a cadeia da habilidade de permanência no rebanho aos 72 meses de fêmeas da raça Nelore.

Como medida auxiliar, as convergências também foram verificadas pelos testes de Geweke (1992), cujos resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Teste de Geweke para verificação da convergência das cadeias geradas para estimação dos parâmetros de habilidade de permanência no rebanho.

| **Teste de Geweke** | **Habilidade de Permanência** | | |
|---|---|---|---|
| | **aos 48 meses** | **aos 60 meses** | **aos 72 meses** |
| **Z-Score** | -0,7739 | -1,5877 | -1,8056 |
| **p-value** | 0,4389 | 0,1123 | 0,0709 |

Como se pode observar na Tabela 4, o teste de Geweke não indicou a não convergência, uma vez que os *p-values* da herdabilidade para a HP aos 48, 60 e 72 meses foram superiores a 0,05; confirmando a hipótese de convergência verificada pela visualização gráfica descrita anteriormente.

Na Tabela 5 são apresentadas as estimativas *a posteriori* dos componentes de variância e da herdabilidade da HP aos 48, 60 e 72 meses de idade, obtidos por análise Bayesiana dos dados, submetidos ao modelo touro.

Tabela 5. Estimativas *a posteriori* dos componentes de variância e herdabilidade para habilidade de permanência no rebanho de fêmeas Nelore.

| Habilidade de Permanência | N | Estimativas | Média | Mínimo | Máximo | Moda | Mediana | IC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **aos 48 meses** | 1.783 | $\sigma^2_s$ | 0,000 | 0,000 | 0,003 | 0,000 | 0,000 | [0,000:0,001] |
| | | $\sigma^2_e$ | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | . |
| | | $h^2$ | 0,001 | 0,000 | 0,012 | 0,000 | 0,000 | [0,000:0,003] |
| **aos 60 meses** | 1.772 | $\sigma^2_s$ | 0,000 | 0,000 | 0,003 | 0,000 | 0,000 | [0,000:0,001] |
| | | $\sigma^2_e$ | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | . |
| | | $h^2$ | 0,001 | 0,000 | 0,012 | 0,000 | 0,000 | [0,000:0,003] |
| **aos 72 meses** | 2.022 | $\sigma^2_s$ | 0,000 | 0,000 | 0,003 | 0,000 | 0,000 | [0,000:0,001] |
| | | $\sigma^2_e$ | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | . |
| | | $h^2$ | 0,001 | 0,000 | 0,014 | 0,000 | 0,000 | [0,000:0,004] |

$\sigma^2_s$ = variância de touro; $\sigma^2_e$ = variância residual (fixada em 1); $h^2$ = herdabilidade; N = tamanho da amostra; IC = intervalo de 90 % de credibilidade.

A média *a posteriori* da variância de touro nas três idades estudadas foram zero (Tabela 5), de forma que os coeficientes de herdabilidade também. As Figuras 4, 5 e 6 apresentam a densidade *a posteriori* da herdabilidade da HP aos 48, 60 e 72 meses de idade, respectivamente.

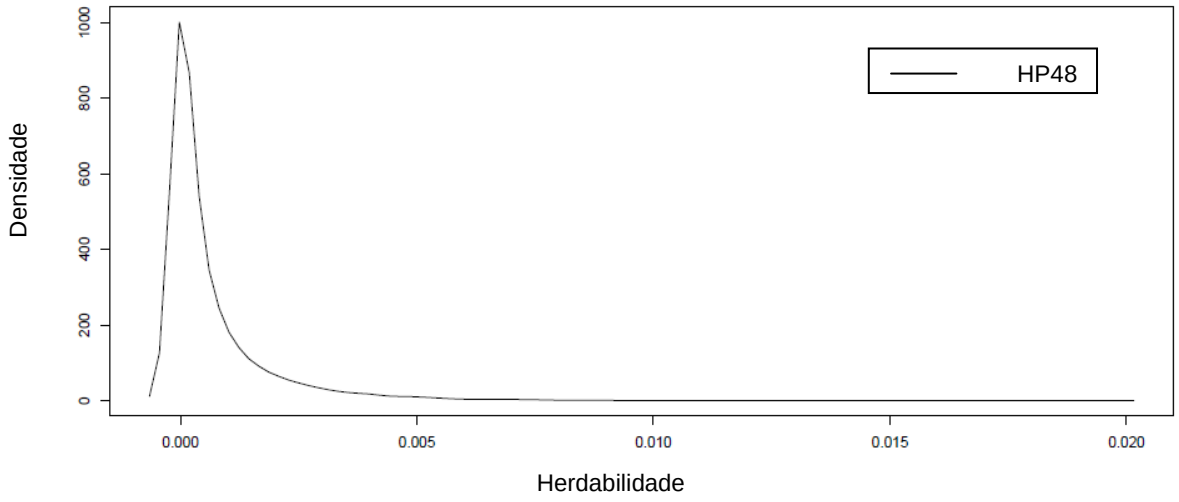



Figura 4. Densidade *a posteriori* da herdabilidade para a habilidade de permanência no rebanho aos 48 meses de fêmeas da raça Nelore.

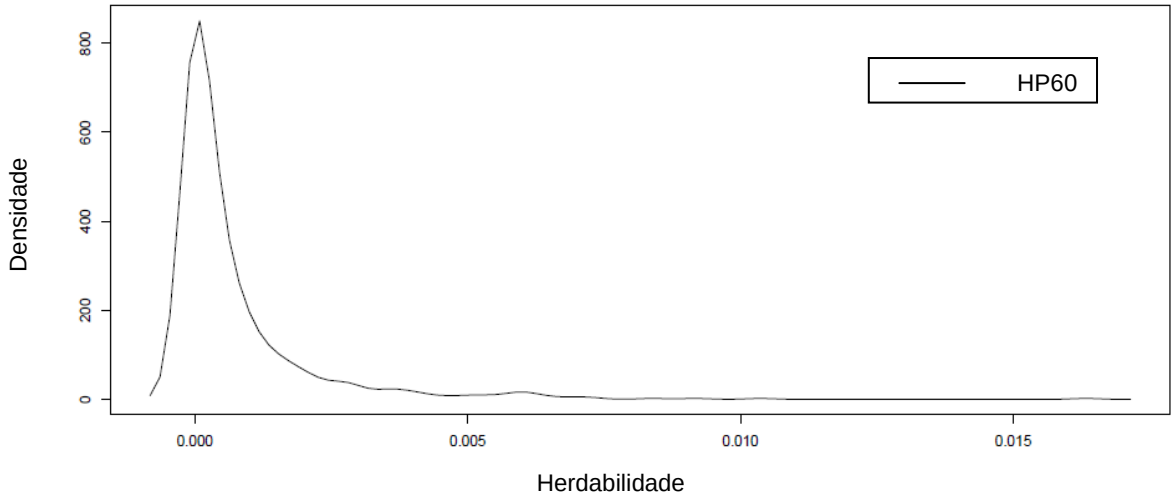



Figura 5. Densidade *a posteriori* da herdabilidade para a habilidade de permanência no rebanho aos 60 meses de fêmeas da raça Nelore.

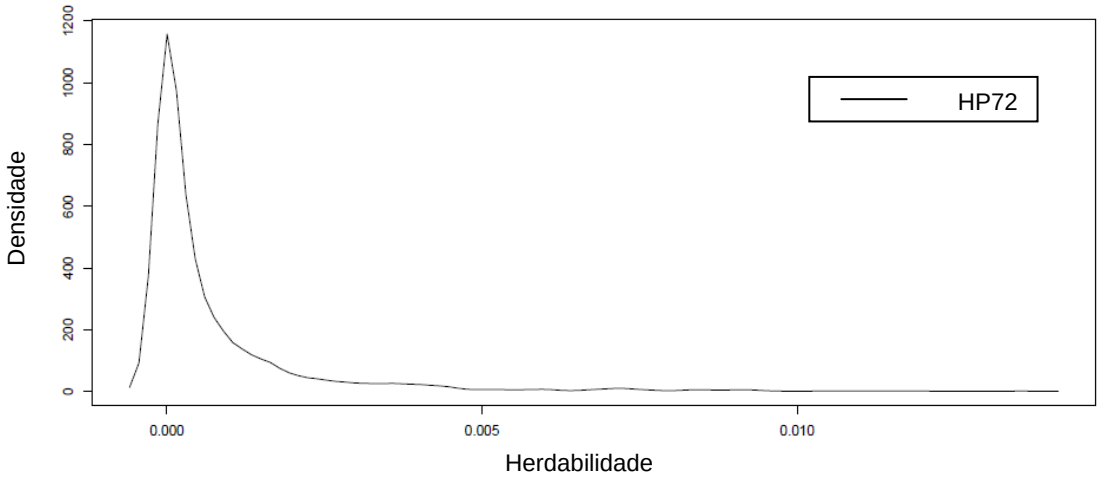



Figura 6. Densidade *a posteriori* da herdabilidade para a habilidade de permanência no rebanho aos 72 meses de fêmeas da raça Nelore.

Marcondes *et al.* (2005) estimaram herdabilidade para a HP em fêmeas Nelore, aos 76 meses de idade, igual a 0,08. No entanto, Van Melis *et al.* (2009) estimaram herdabilidade de 0,25 e 0,22 para HP aos 60 e 72 meses, respectivamente. Para fêmeas da raça Canchim, Nieto *et al.* (2007) encontraram valor de herdabilidade para HP aos 76 meses de idade, igual a 0,07. Para a raça Caracu, as herdabilidades estimadas foram de 0,27; 0,27 e 0,23 aos 48, 60 e 72 meses de idade, respectivamente (QUEIROZ *et al.,* 2007).

Em desacordo com a literatura publicada até o momento, pode-se afirmar que para os rebanhos estudados, a HP, independente da idade, não se mostrou herdável. Contudo, deve-se ressaltar a formação do banco de dados, consistência das informações, a formação dos grupos de contemporâneos e a garantia da existência de conectabilidade entre eles, bem como a abordagem da característica (linear ou limiar) e a metodologia utilizada.

Rebanhos que tenham interesse em aplicar a seleção para HP devem possuir uma equipe de colaboradores conscientes da importância da característica, que prezem pela qualidade da coleta de dados reprodutivos, realizando-a e mantendo a padronização ano após ano, continuamente. Porém, rebanhos que aplicam forte

pressão de seleção podem influenciar a mensuração da HP, uma vez que descartam fêmeas logo na primeira falha reprodutiva.

## Conclusões

Nos rebanhos estudados, as diferenças entre fêmeas e touros quanto à habilidade de permanência podem ser atribuídas principalmente, a diferenças ambientais, indicando que a melhoria no manejo, de forma geral, poderia aumentar a permanência das fêmeas no rebanho.

**Referências Bibliográficas**

BERGER, P. J. Genetic prediction for calving ease in the United States: data, models, and use by the dairy industry. **J. Dairy. Sci.,** Cambridge, v. 77, n. 4, p. 1146-1153, 1994.

BERTAZZO, R. P.; FREITAS, R. T. F.; GONÇALVES, T. M.; PEREIRA, I. G.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; OLIVEIRA, A. I. G.; ANDRADE, I. F. Parâmetros de longevidade e produtividade de fêmeas da raça Nelore. **Rev. Bras. Zootec.,** Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1118-1127, 2004.

COSTA, M. T. G. P. **Estimação bayesiana de parâmetros genéticos de pesos corporais em um rebanho da raça Guzerá.** 2005. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, área de concentração: Genética e Melhoramento Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. Threshold character. In: **Introduction to quantitative genetics.** 4 ed. Essex: Longman, 1996. p. 299-311.

FORMIGONI, I. V.; FERRAZ, J. B.S.; SILVA, J. A. II V.; ELER, J. P.; BRUMATTI, R. C. Valores econômicos para habilidade de permanência e probabilidade de prenhez aos 14 meses em bovinos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.,** Belo Horizonte, v. 57, n. 2, p. 220-226, 2005.

GENSYS CONSULTORES E ASSOCIADOS S/S Ltda. PAINT®: Índice bioeconômico de fêmeas (RMat). In: Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas, 7., 2008, Uberaba – MG. **Anais...** Uberaba: Associação Brasileira dos Criadores de Zebu, 2008. p. 126-132.

GEWEKE, J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to calculating posterior moments. In: **Bayesian Statistics.** 4 ed. Oxford: Oxford University Press, 1992.

GIANOLA, D.; FOULLEY, J. L. Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. **Genet. Sel. Evol.,** Paris, v. 15, p. 201- 224, 1983.

HARVILLE, D. A.; MEE, R. W. A mixed model procedure for analyzing ordered categorical data. **Biometrics**, v. 40, p. 393-408, 1984.

HUDSON, G. E. S.; VAN VLECK, L. D. Relations between production and stayability in Holstein cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 64, p. 2246-2250, 1981.

MARCONDES, C. R.; PANETO, J. C. C.; SILVA, J. A. II V.; OLIVEIRA, H. N.; LÔBO, R. B. Comparação entre análises para permanência no rebanho de vacas Nelore utilizando modelo linear e de limiar. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.,** Belo Horizonte, v. 57, n. 2, p. 234-240, 2005.

MERCADANTE, M. E. Z.; RAZOOK, A. G.; CYRILLO, J. N. S. G.; FIGUEIREDO, L. A. Efeito da seleção para crescimento na permanência de vacas Nelore no rebanho até cinco anos de idade. **Rev. Bras. Zootec.,** Viçosa, v. 33, n. 2, p. 344-349, 2004.

NIETO, L. M.; SILVA, L. O. C.; MARCONDES, C. R.; ROSA, A. N.; MARTINS, E. N.;TORRES JUNIOR, R. A. A. Herdabilidade da habilidade de permanência no rebanho em fêmeas de bovinos da raça Canchim. **Pesq. Agrop. Bras.,** Brasília, v. 42, n. 10, p. 1407-1411, 2007.

QUEIROZ, S. A.; FIGUEIREDO, G.; SILVA, J. A. II V.; ESPASANDIN, A. C.; MEIRELLES, S. L.; OLIVEIRA, J. A. Estimativa de parâmetros genéticos da habilidade de permanência aos 48, 60 e 72 meses de idade de vacas da raça Caracu. **Rev. Bras. Zootec.,** Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1316-1323, 2007.

REKIK, B.; ALLAIRE, F. R. Contribution of stayability records to the accuracy of selection for improved production value and herd life. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 2299-2307, 1993.

SILVA, J. A. II V.; ELER, J. P; FERRAZ, J. B. S.; OLIVEIRA, H. N. Análise genética da habilidade de permanência em fêmeas da raça Nelore. **Rev. Bras. Zootec.,** Viçosa, v. 32, n. 3, p. 598-604, 2003.

SILVA, J.A. II V.; DIAS, T.L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estudo Genético da Precocidade Sexual de Novilhas em um Rebanho Nelore. **Rev. Bras. Zootec.,** Viçosa, 34, n. 5, p. 1568- 1572, 2005.

SMITH, B. J. Bayesian Output Analysis Program (BOA), Version 1.1.5. University of Iowa, Iowa City, IA, 2005. Disponível em: http://www.public-health.uiowa.edu/BOA/. Acesso em 03.mar.2009.

VAN KAAM, J. B. C. H. M. **Gibanal:** Analysing program for Marcov Chain Monte Carlo sequences. Version 2.3, 1997.

VAN MELIS, M. H.; ELER, J. P; FERRAZ, J. B. S. Estimação de parâmetros genéticos para habilidade de permanência no rebanho de vacas Nelore utilizando inferência bayesiana e método R. In: Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 5., 2004, Pirassununga-SP. **Anais…** Pirassununga: SBMA, 2004. Disponível em: < http://www.sbmaonline.org.br/anais/v/trabalhos/bovinocorte/bc015.pdf> . Acesso em: 26 mar 2007.

VAN MELIS, M. H.; ELER, J. P.; OLIVEIRA, H. N.; ROSA, G.J. M.; SILVA, J. A. II V.; FERRAZ, J. B. S.; PEREIRA, E. Study of stayability in Nellore cows using a threshold model. **J. Anim. Sci.**, v. 85, p. 1780-1786, 2007.

VAN TASSEL, C. P.; VAN VLECK, D. L. **A manual for use of MTGSAM.** A set of FORTRAN programs to apply Gibbs sampling to animal models for variance component estimation (DRAFT), Washington: Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1995.

VAN TASSEL, C. P.; VAN VLECK, L. D.; GREGORY, K. E. Bayesian analysis of twinning and ovulation rates using a Multiple-Trait Threshold Model and Gibbs Sampling. **J. Anim. Sci.**, v. 76, p. 2048-2061, 1998.

# CAPÍTULO 4 – ÍNDICE BIOECONÔMICO DE SELEÇÃO DE FEMÊAS NELORE VISANDO EFICIÊNCIA REPRODUTIVA.

## Índice bioeconômico de seleção de fêmeas Nelore visando eficiência reprodutiva.

**RESUMO –** A eficiência reprodutiva da fêmea Nelore foi descrita com base na precocidade sexual, permanência produtiva no rebanho, produtividade materna e custo de mantença estimado, uma vez que adaptabilidade e habilidade materna são intrínsecas à raça. A combinação dessas características deu origem ao índice bioeconômico retorno maternal (RMat) que visa a eficiência reprodutiva, estimando o retorno em quilos de peso vivo produzidos por uma vaca ao ano. Em adição, incluiu-se a composição do peso produzido, adicionando à produtividade materna os escores de conformação, precocidade e musculatura a desmama, compondo o biótipo do bezerro. Para esse estudo utilizou-se o banco de dados do programa de melhoramento genético PAINT® – CRV Lagoa. Foram consideradas precoces as fêmeas cuja idade ao primeiro parto foi inferior a 32 meses e a permanência produtiva, expressa pelo número de partos até 53 meses de idade. O custo de mantença foi calculado em função do consumo de matéria seca da vaca. Grupos de contemporâneos foram formados pela concatenação das variáveis rebanho, ano e estação de nascimento. O RMat médio estimado foi igual a 48,07 ± 8,79 kg/vaca/ano. As estimativas da variância genética aditiva e residual do RMat, usando a metodologia da máxima verossimilhança restrita, sob um modelo animal unicaracterística, foram iguais a 28,07 e 33,90; e a herdabilidade estimada em 0,45 ± 0,02, indicando que RMat é herdável e pode ser aplicado na seleção para eficiência reprodutiva. A permanência produtiva foi o componente que resultou em maior variação do RMat, quando houve aumento, em uma unidade, do número de partos da fêmea. Touros selecionados com base no RMat tenderam a ter filhas precoces, que produziram, no mínimo, dois bezerros até os 4 anos de idade, e

estes de desempenho superior para a produção de carne, sem aumento dos custos de produção.

**Palavras-chave:** custo de mantença, habilidade de permanência, precocidade sexual, produtividade materna

## Introdução

Considerando que o sucesso da pecuária de corte está relacionado à produção de carne, o desafio dos criadores resume-se basicamente, em oferecer um produto de qualidade e produzir em quantidade suficiente para manter a escala de produção e o equilíbrio da balança comercial, tirando maior proveito das oportunidades que o mercado oferece. Conscientes que a produção de carne é obtida por “máquinas biológicas”, neste caso, fêmeas da raça Nelore, estes criadores e a comunidade científica têm trabalhado no conceito de produtividade, na busca por fêmeas eficientes. A eficiência é representada pela capacidade de expressar desempenho produtivo superior à média do rebanho, de forma que os resultados almejados sejam obtidos a um menor custo de produção possível. Aspectos reprodutivos estão intrínsecos na eficiência produtiva, uma vez que, a principal receita gerada por fêmeas são os bezerros produzidos ao longo de sua vida, pois a venda de vacas descartadas, apesar de contribuir para a receita total, é uma fonte de renda marginal (VALLE *et al*., 1998).

Segundo Perotto (2008), a eficiência para a produção de carne bovina pode ser definida em termos biológicos (peso vivo produzido/alimento consumido) ou em termos econômicos (receitas/despesas). Os aspectos produtivos de uma fêmea eficiente referem-se à capacidade materna que possui, mensurada pelo desempenho de sua progênie expressa em quilos de bezerros desmamados por hectare por ano, visto que em sistemas de cria, os bezerros desmamados são a principal fonte de renda para o produtor (VALLE *et al*., 1998). No entanto, Gensys (2008) considerou também a importância do uso de desempenho esperado na progênie de escores visuais de carcaça, associados ao maior ganho de peso, como forma de identificar vacas eficientes.

A eficiência reprodutiva é um dos componentes mais importantes que afetam a eficiência da produção (MERCADANTE *et al*., 1996; DONOGHUE, 2006). A fertilidade determina a quantidade de animais produzidos para o mercado e pode ser considerada como um dos fatores responsáveis pela lucratividade da atividade (SILVA *et al*. 2003). Sendo assim, maximizar a taxa reprodutiva é uma opção para equilibrar o fluxo de caixa

da empresa, uma vez que as matrizes representam a categoria animal que consome a maior parte dos recursos alimentares disponíveis ao rebanho, sendo o custo de mantença destas, um dos principais fatores de influência nos custos de produção.

Para Charteris (2008), a pecuária bovina, quando comparada às demais criações, apresenta baixa eficiência, pois apenas 6 % do total de energia gasto na produção de gado de corte são usados na deposição de proteínas do animal destinado ao abate, isto é, em produção de carne. Segundo Ritche (1995), 60 a 70 % de toda a alimentação do sistema de produção de bovinos de corte são gastos na fase de cria. Estudos mostraram a existência de correlação genética positiva entre a quantidade de energia de mantença da vaca e seu potencial genético para crescimento e produção de leite. Como conseqüência dos altos custos de mantença, vacas com alto potencial de produção podem não ser vantajosas em ambientes onde haja restrições de alimentos, tais como em pastagens tropicais ou em campos nativos (PEROTTO, 2008).

Gensys (2008) considerou o custo de mantença como uma função do peso adulto e do consumo estimado de matéria seca e incluiu este componente em um índice de eficiência produtiva, procurando o aumento de produtividade sem incremento de custos e sem uma possível resposta correlacionada negativa na fertilidade das vacas em decorrência de um peso adulto elevado, em desequilíbrio com o sistema de produção.

Porém, identificar fêmeas eficientes, não é suficiente, reproduzi-las é o primeiro passo para uma pecuária lucrativa e o descarte de animais inferiores, necessário e imprescindível em um rebanho em seleção. A simples eliminação de vacas falhadas/improdutivas que lotam as pastagens permitiria aumentar o nível alimentar das novilhas de um a dois anos, favorecendo a reprodução, conseqüentemente, a produção de bezerros e um aumento considerável na taxa de desfrute, ou seja, na lucratividade (FRIES, 2003).

Sendo assim, considerando a pecuária brasileira, cujo sistema de criação predominante é o extensivo; características como adaptabilidade (JENKINS & FERRELL, 1994) e habilidade materna (CARDOSO, 2004) diferenciam as vacas da raça Nelore das de outras raças. Portanto, os trabalhos de seleção visam agregar

diferenciais, caracterizando uma fêmea eficiente para a produção de carne, como aquela que inicia sua vida reprodutiva jovem, possui assiduidade reprodutiva e sua progênie apresenta desempenhos de carcaça diferenciados quanto à produção de carne, considerando os custos gerados neste processo.

A eficiência reprodutiva de fêmeas pode ser tratada então, como um objetivo de seleção, definido por Ponzoni & Newman (1989), como a combinação de características biológicas e economicamente importantes dentro de um sistema de produção. Esse objetivo pode ser expresso em um índice de seleção, ou seja, um valor único que prediz o mérito genético global de um indivíduo para uma combinação ponderada de características (BOURDON, 1997). É na análise de quais características devem ser utilizadas para selecionar fêmeas eficientes, consideradas alicerce dos rebanhos, que inúmeros pesquisadores trabalham atualmente.

Este trabalho teve como objetivo estudar um índice bioeconômico (RMat) que expresse a eficiência reprodutiva, mensurada pelo retorno dado por uma vaca Nelore, em quilos de peso vivo produzido por ano.

## Material e Métodos

### 1- Índice bioeconômico - RMat

O índice bioeconômico proposto visa identificar a eficiência reprodutiva em fêmeas da raça Nelore, dada pela precocidade sexual, permanência produtiva no rebanho e pela capacidade de desmamar bezerros com elevado desempenho para produção de carne, aliando ganho de peso com escores visuais de carcaça (conformação, precocidade e musculatura), avaliados a desmama; considerando o custo de mantença dessas fêmeas.

A combinação destas características resulta em um valor único, o retorno maternal (RMat), uma estimativa do retorno em quilos de peso vivo produzido por vaca ao ano.

### 2- Descrição do banco de dados

O trabalho em questão utilizou informações de fêmeas da raça Nelore, pertencentes ao banco de dados do programa de melhoramento genético de bovinos de corte – PAINT® da CRV Lagoa. Por ser um programa comercial sua base de dados pode ser caracterizada como “aberta” em que a cada ano, novas fazendas ingressam no programa, contribuindo para o aumento da variabilidade genética e também para a heterogeneidade existente entre os rebanhos participantes do programa.

O manejo alimentar adotado nestas fazendas consistiu basicamente, de pasto, sal mineral e água para consumo *ad libitum*. Em geral, não foi realizada suplementação energética para qualquer categoria de fêmeas. No entanto, em algumas fazendas onde não havia uniformidade de qualidade e disponibilidade de forragens, foram separados os melhores pastos da safra para as fêmeas em reprodução.

Quanto ao manejo reprodutivo, parte dos rebanhos realizou duas estações reprodutivas: uma antecipada que, em geral, ocorre de março a junho, utilizada para

identificar a precocidade sexual de novilhas e, a estação tradicional, de outubro a fevereiro. Os rebanhos restantes realizaram somente a estação reprodutiva tradicional. No caso dos rebanhos PAINT®, a grande maioria das fêmeas foi inseminada e, caso não emprenhassem, foram expostas a reprodutores em sistema de repasse. A monta natural, quando expõe um grupo de fêmeas a um único reprodutor, é denominada "controlada" e a paternidade é conhecida. Porém, em sua maioria, os repasses foram realizados com mais de um touro por grupo de fêmeas, denominado repasse com "touro múltiplo" e a paternidade somente poderá ser conhecida por meio de exames de DNA.

As novilhas que emprenharam na estação antecipada foram favorecidas, uma vez que tiveram maior período de puerpério para se recuperarem e conceberem no início da estação de monta tradicional quando primíparas, aumentando as condições para manterem uma vida produtiva longa dentro do rebanho. A maioria dos rebanhos participantes do programa expôs as primíparas à monta natural controlada ou com grupos de reprodutores, aumentando assim, a taxa de prenhez dessa categoria. Essas práticas não geraram investimentos diretos aos criadores, somente uma mudança nas atividades da equipe de campo para implantação dos grupos de fêmeas e touros que participaram desta estação reprodutiva.

De maneira geral, após 60 dias a partir do término da estação reprodutiva, as fêmeas passaram por diagnóstico de gestação mediante palpação retal ou ultrassonografia. Foram raros os criadores que concederam mais uma chance à fêmea, permitindo-a ficar improdutivamente na fazenda até a próxima safra. A adoção dessa estratégia de manejo assegura a condição de que uma fêmea que esteja no rebanho até determinada idade, gerou um bezerro por safra.

Informações como identificação da mãe, data do parto, escore de peso ao nascer e grupo de manejo foram coletadas na ocasião do nascimento. Ao redor de 6-8 meses, os bezerros foram desmamados e nesta ocasião ficaram apartados das mães que retornaram aos pastos. Após jejum total, de aproximadamente, 12 horas, foram submetidos ao manejo sanitário (vacinação e desverminação), pesados e avaliados quanto à conformação, precocidade e musculatura a desmama, por escores variando de 1 a 5, em uma comparação aos demais animais pertencentes ao mesmo grupo de

manejo. O escore de umbigo a desmama foi também mensurado, porém, em uma escala absoluta. Ao sobreano (15-18 meses) foram novamente avaliados sob o mesmo manejo, sempre realizando jejum total antes das pesagens. Nesta ocasião, foram medidos os escores de temperamento (escala absoluta de 1 a 5, porém não é utilizado o escor 3) e feita mensuração do perímetro escrotal dos machos.

### 3- Consistência de dados e análises preliminares

A edição e consistência de dados foram realizadas no *software* SAS® (SAS Inst., Inc., Cary, NC). Partiu-se de um arquivo formado por todos os bancos de dados dos rebanhos participantes do programa, inclusive históricos. Devido à grande quantidade de rebanhos e divergências na forma como os dados foram coletados ao longo dos anos, realizou-se consistências para identificação de animal, sexo, data de nascimento, categoria de touro (inseminação, monta controlada e repasse com touro múltiplo), código PAINT (código atribuído aos touros de sêmen para padronização de identificação dos mesmos entre os rebanhos). A verificação quanto à identificação se justificou pela existência de diferentes sistemas de cadastro do animal.

Foram eliminados do banco de dados, machos e fêmeas nascidos após março de 2005, restando apenas fêmeas com idade suficiente para terem, no mínimo, duas parições. Eliminou-se novilhas cuja idade ao primeiro parto foi inferior a 21 ou superior a 40 meses, também aquelas cuja idade à segunda e à terceira concepção foram menores que 31 e 41 meses, respectivamente. Desconsideraram-se as matrizes com mais de 53 meses de idade e aquelas com mais de três parições.

Foram calculados os intervalos de parto e quando esses foram inferiores a 10 meses, foram desconsiderados. Para a inclusão da produtividade materna para aquelas fêmeas que não iniciaram a vida reprodutiva, atribuiu-se zero a esse componente.

O grupo de contemporâneos (GC) foi formado pela concatenação das variáveis rebanho, ano e estação de nascimento. Essa última apresentou duas classes, sendo *seca* atribuída aos animais que nasceram entre os meses de abril e setembro e *águas,*

para aqueles nascidos entre outubro e março. Realizou-se a verificação da conectabilidade de dados entre os GCs, bem como a existência de laços genéticos entre eles. Para isso, foram excluídos GCs com menos de 5 fêmeas, touros com menos de 5 filhas e GCs com filhas de somente um ou dois touros, restando 621 GCs.

Desta forma, o arquivo de dados para a análise do índice retorno maternal contou com 45.435 observações de fêmeas Nelore, nascidas no programa PAINT® entre os anos de 1992 e 2005, filhas de 830 touros de sêmen ou monta controlada.

## 4- Metodologia

Para o cálculo do retorno maternal (RMat) proposto por Carvalheiro *et al.* (2005 a, b), as fêmeas foram avaliadas sob três aspectos:

Precocidade Sexual – Para este componente, adotou-se um ponderador econômico calculado como função da idade da vaca ao parto. Foi considerada *precoce,* a fêmea cuja idade ao primeiro parto foi inferior a 32 meses de idade. Fêmeas com idade igual ou superior a 32 meses foram classificadas no grupo *normal* e aquelas que não chegaram a se reproduzir foram denominadas *falhadas,* quanto a esse critério. Foi acrescido um *bônus* de 1% por mês, expresso em precocidade, aos pesos preditos de produtos de fêmeas *precoces* em relação às fêmeas consideradas no grupo *normal* (primeira parição aos 36 meses e segunda aos 48 meses de idade), de acordo com Gensys (2008).

Habilidade de permanência produtiva no rebanho – Foram considerados os números de partos das fêmeas com até 53 meses de idade, de forma a contemplar o período crítico de reconcepção de primíparas e antecipar a avaliação genética de touros baseada em mensurações da característica em suas filhas.

Produtividade materna – Foi obtida pelos desempenhos preditos da progênie calculados como função das diferenças esperadas na progênie (DEPs) para ganho médio de peso no período pré-desmama, conformação, precocidade e musculatura a desmama. Foram utilizadas as DEPs das vacas em vez dos desempenhos dos

bezerros para eliminar os possíveis efeitos ambientais, a influência do mérito genético dos touros com que essas fêmeas foram acasaladas e a influência da Segregação Mendeliana do indivíduo. Admitiu-se produtividade materna igual a zero para as fêmeas que não chegaram a conceber. Porém, o seu peso adulto foi utilizado, pois o seu descarte gerou renda, da qual foram descontados 10 %, uma vez que os demais cálculos foram baseados em arroba de boi gordo.

Retorno Maternal (kg/vaca/ano) – O índice bioeconômico, retorno maternal (RMat) foi estimado por meio da expressão:

$$RMat = \frac{\left(NP * \left(\hat{Y}_{bezerro} * Pond\ \$\right) + \hat{Y}_{vaca}\right) - CM\ )}{(IVP + TC)} * 12$$

Em que:

RMat = Retorno anual em quilos de peso vivo produzido por vaca, considerando a composição em peso e o custo de mantença;

NP = Número de produtos da vaca até os 53 meses;

$\hat{Y}_{bezerro}$ = Peso predito do bezerro produzido no parto i (i=1 a NP). Para a estimação desse peso, considerou-se a DEP da vaca para ganho médio diário do nascimento a desmama. A esse valor foi acrescido mais “1” proporcionalmente ao NP e em caso de fêmeas precoces, o $\hat{Y}_{bezerro}$ foi acrescido de um *bônus* de 1% por mês expresso em precocidade;

Pond$ = Ponderador econômico que considerou dois componentes: o valor de oportunidade do bezerro produzido, que neste trabalho foi constante e igual a uma arroba (30 kg) e um custo operacional relacionado ao manejo reprodutivo, expresso em quilos. Este custo operacional está relacionado ao custo de submeter uma fêmea à estação reprodutiva multiplicado pelo número de estações que participou. Os custos com a estação reprodutiva envolvem os custos com sêmen, material utilizado na inseminação artificial (aplicador, luvas, etc.), bem como mão-de-obra do inseminador e auxiliar e uso de touro, em caso de monta controlada. Assumiu-se um custo de R$

50,00 por serviço e considerando o valor da arroba (30 kg) igual a R$ 60,00, o custo operacional seria 25 kg;

$\hat{Y}_{vaca}$ = peso predito da vaca ao parto i (i=1 a NP);

CM = Custo de mantença da vaca calculado como função de seu peso adulto (PV) e do consumo estimado de matéria seca (ConsMS). O ConsMS diário utilizado foi equivalente a 9% do peso metabólico ($PV^{0,75}$), pressupondo-se custo de R$ 0,04/kg de matéria seca, ou seja, 0,02 kg de peso vivo (assumindo R$ 2,00 o quilo do peso vivo). Os PVs foram obtidos por simulações que consideraram uma distribuição normal com média de 480 kg e desvio-padrão de 48 kg, pressupondo-se correlação de 0,70 com o peso das fêmeas obtidos pela padronização (desvio-padrão = 1,0) de suas DEPs para ganho de peso. Fêmeas classificadas como *precoces* tiveram desconto de 5 % no seu PV.

IVP = idade da vaca ao parto;

TC = constante representando o tempo para o último produto nascido desmamar e ser comercializado, a partir da data do parto. Foi utilizado um período igual a 12 meses.

Posteriormente, as fêmeas foram classificadas para eficiência reprodutiva de acordo com o desempenho para precocidade sexual, permanência produtiva e produtividade materna, totalizando 10 classes cuja nomenclatura foi dada pela combinação das siglas que representaram as classes para “precocidade sexual + permanência produtiva + produtividade materna”. Cada componente foi descrito a seguir:

- ✓ Precocidade sexual: *falhada* (NP = 0);
  - *precoce* (ivp < 32 meses de idade);
  - *normal* (ivp ≥ 32 meses de idade);
- ✓ Permanência produtiva: representada pelo número de partos i (i=0 a 2);
- ✓ Produtividade materna: Foi utilizado o sinal “+” para indicar a superioridade ($\hat{Y}_{bezerro}$ > 169 kg) e o sinal “-“ para a inferioridade ($\hat{Y}_{bezerro}$ ≤ 169 kg) em desempenho da progênie.

O arquivo de dados do RMat foi submetido ao programa computacional Multiple Trait Derivative Free Restrict Maximum Likelihood (MTDFREML) (BOLDMAN *et al.*, 2002) e assim, as estimativas dos componentes de variância e a herdabilidade do índice foram obtidas pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita, por meio de um modelo animal uni-característica, com equações de Modelos Mistos cuja a matriz de parentesco incluiu 82.582 animais. O modelo empregado nas análises considerou o GC como efeito fixo e o efeito genético aditivo como aleatório e pode ser representado por:

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

Em que:

Y = vetor de observações;

X = matriz de incidência associada ao efeito fixo;

Z = matriz de incidência associada ao efeito aleatório;

β = vetor do efeito fixo (grupo de contemporâneo);

a = vetor do efeito genético aditivo direto do animal;

e = vetor de resíduos aleatórios, pressupondo distribuição normal.

Assumiu-se também, as seguintes pressuposições:

E (a) = 0;

E (e) = 0;

Var (a) = A $\sigma^2_a$;

Var (e) = $I_n$ $\sigma^2_e$;

Em que:

A = numerador da matriz de parentesco;

I = matriz identidade;

N = número de registros;

$\sigma^2_a$ = variância genética aditiva direta;

$\sigma^2_e$ = variância residual.

Considerou-se que o critério de convergência tinha sido alcançado, quando a variância dos valores do logaritmo da função de verossimilhança foi igual ou menor que $10^{-9}$. Como há possibilidade de se obterem valores máximos locais, em vez do máximo global, as análises foram repetidas várias vezes no sentido de assegurar a convergência no máximo global da função de verossimilhança.

As diferenças esperadas na progênie para RMat foram calculadas e esses valores ordenados de forma decrescente em 10 níveis que em uma população grande, assumindo distribuição normal, representaram decis, também denominados, informalmente, como decas. O desempenho da progênie de touros pertencentes a diferentes decas foram comparados.

## Resultados e Discussão

### 1- Estatísticas descritivas

Para o cálculo dos componentes do índice bioeconômico retorno maternal (RMat) foi utilizado a idade da fêmea ao parto (IVP) para um máximo de duas parições (IVP1 e IVP2), bem como o intervalo de partos (IEP). As informações destas variáveis são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição das variáveis, expressas em meses, utilizadas nos cálculos dos componentes do RMat de fêmeas da raça Nelore.

| Variáveis* (meses) | Número de observações | Média | Desvio-padrão | Valor mínimo | Valor máximo |
|---|---|---|---|---|---|
| **IVP1** | 1223 | 34,87 | 3,33 | 21,00 | 40,00 |
| **IVP2** | 245 | 47,83 | 3,26 | 36,00 | 53,00 |
| **IEP** | 245 | 13,81 | 2,12 | 10,00 | 28,00 |

(*) IVP1 e IVP2: idade da vaca ao primeiro e ao segundo parto, respectivamente;
IEP: intervalo entre a primeira e a segunda parição;

O valor médio da IVP1 encontrado neste trabalho (34,87 meses) foi semelhante ao valor estimado por Forni & Albuquerque (2005) também em estudo com a raça Nelore (34,88 meses). Outros autores como Garnero *et al.* (1999) e Boligon *et al.* (2007) estimaram IVP1 de 36 meses. Valores maiores foram encontrados por Bergmann *et al.* (1998) e Silveira *et al.* (2004), 38 e 41 meses, respectivamente, para fêmeas da mesma raça. Neste último estudo, o valor elevado de IVP1 pode ser atribuído ao sistema extensivo de criação e as restrições alimentares em período de escassez de pastagem. Considerando que o número máximo de parições por vaca foi igual a dois e a idade máxima das fêmeas igual a 53 meses, o IEP médio obtidos neste estudo foi ideal para uma vaca eficiente. Silveira *et al.* (2004) obtiveram IEP de 15,24 meses, sem a aplicação de restrições para a formação do banco de dados.

O RMat calculado para 45.434 fêmeas apresentou valor médio de 48,07 ± 8,79 kg/vaca/ano e sua variação foi estudada, separadamente, dentro das classes de precocidade sexual. Estes resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Retorno maternal de vacas Nelore classificadas, de acordo com a precocidade sexual.

| Precocidade Sexual | Retorno Maternal (kg peso vivo / vaca / ano) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Número de observações | Média | Desvio-padrão | Valor mínimo | Valor máximo |
| **falhada** | 44.212 | 46,88 | 3,48 | 24,70 | 156,13 |
| **normal** | 1.070 | 89,08 | 21,49 | 47,87 | 187,83 |
| **precoce** | 152 | 107,35 | 23,18 | 70,45 | 190,89 |

Observa-se na Tabela 2 que, apenas, 0,33 % das fêmeas analisadas foram consideradas precoces, sendo em média 60,47 kg mais eficientes em relação às fêmeas que não chegaram a se reproduzir (*falhadas*). Porém, fêmeas classificadas no grupo *normal*, ou seja, idade ao primeiro parto maior ou igual a 32 meses de idade apresentaram 18,27 kg a menos em relação às *precoces* e a superioridade em relação às *falhadas* foi de 95 %.

Na Tabela 3, encontram-se os valores de RMat de acordo com o número de partos das vacas.

Tabela 3. Retorno maternal de vacas Nelore, de acordo com a permanência produtiva no rebanho até 53 meses de idade, expressa pelo número de partos.

| Número de partos até 53 meses | Retorno Maternal (kg peso vivo / vaca / ano) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Número de observações | Média | Desvio-padrão | Valor mínimo | Valor máximo |
| **0** | 44.212 | 46,88 | 3,48 | 24,69 | 156,13 |
| **1** | 978 | 86,26 | 19,39 | 47,88 | 169,58 |
| **2** | 244 | 111,51 | 22,51 | 65,46 | 190,89 |

Avaliando a variação do RMat, quanto à permanência produtiva, pode-se observar na Tabela 3, maior retorno maternal médio resultante de duas parições, sendo

este 23% superior em relação a vacas com apenas um parto e 116 % em relação as fêmeas que não se reproduziram, indicando que a produção de carne gerada por uma unidade a mais de bezerro é um dos fatores que mais contribuem para o aumento do RMat das vacas. Na Tabela 4 são apresentadas os RMats de acordo com as classes de eficiência reprodutiva, sendo possível verificar as variações resultantes da interação entre os componentes precocidade sexual, permanência produtiva e produtividade materna. Condizente com as observações biológicas, os melhores resultados de RMat foram obtidos por fêmeas com maior número de partos, precoces e que produziram bezerros com mérito superior.

Tabela 4. Retorno maternal (kg/vaca/ano) de vacas Nelore, de acordo com classe de eficiência reprodutiva.

| Classe de eficiência reprodutiva* | Permanência Produtiva** | Precocidade Sexual | Produtividade Materna*** | Retorno Maternal (kg peso vivo / vaca / ano) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Número de observações | Média | Desvio-padrão | Valor mínimo | Valor máximo |
| **0f-** | 0 | falhada | inferior | 103 | 40,10 | 17,33 | 24,70 | 76,28 |
| **0f+** | 0 | falhada | superior | 44.109 | 46,89 | 3,36 | 46,72 | 156,13 |
| **1n-** | 1 | normal | inferior | 359 | 80,91 | 14,09 | 47,88 | 115,24 |
| **1n+** | 1 | normal | superior | 507 | 87,03 | 21,21 | 49,68 | 163,87 |
| **2n-** | 2 | normal | inferior | 103 | 104,34 | 16,12 | 67,63 | 143,11 |
| **2n+** | 2 | normal | superior | 101 | 112,84 | 24,76 | 65,46 | 187,83 |
| **1p-** | 1 | precoce | inferior | 32 | 95,93 | 14,58 | 73,56 | 133,11 |
| **1p+** | 1 | precoce | superior | 80 | 101,58 | 19,38 | 70,45 | 169,59 |
| **2p-** | 2 | precoce | inferior | 12 | 113,77 | 15,87 | 90,01 | 149,45 |
| **2p+** | 2 | precoce | superior | 28 | 132,15 | 23,63 | 91,10 | 190,89 |

(*) “f” = *falhada*; “n” = *normal*; “p” = *precoce*; “+” = superior e “-“ = inferior;
(**) Número de partos até os 53 meses de idade;
(***) Desempenho da progênie estimado com base no desempenho da mãe.

As fêmeas que não chegaram a conceber (Tabela 4), como esperado, geraram receita proporcional ao desempenho de sua carcaça (“0f+” e “0f-“). GENSYS (2008) estimou RMat médio próximo ao desse trabalho para fêmeas “0f-“, 43 kg. O desempenho da progênie contribui para elevar os valores de RMat, quando se compara produtividade materna superior e inferior para a mesma classe de precocidade e permanência.

Vacas precoces com dois partos e progênie com desempenho em ganho de peso e biótipo da carcaça para produção de carne acima da média (“2p+”) foram aquelas

com maior RMat médio estimado, 132,15 kg/vaca/ano, ou seja, quase 4,5 arrobas. Estas foram 23% superiores a fêmeas precoces, com progênie também superior, mas que pariram somente um bezerro em sua vida produtiva (“1p+”), conforme pode ser visualizado na Tabela 4. Para a classe “2p+”, Gensys (2008) encontrou valor inferior (121 kg/vaca/ano) ao deste trabalho. A comparação entre as classes de fêmeas *precoce* “1p+” (101,58 kg/vaca/ano) e *normal* “2n-“ (104,34 kg/vaca/ano) permitiu verificar a importância do número de partos, confirmando os resultados obtidos por Formigoni *et al*. (2005). Estes pesquisadores concluíram que a habilidade de permanência em vacas Nelore apresentou maior retorno econômico que a precocidade sexual e verificaram ainda que o valor econômico da habilidade de permanência variou em função do custo de compra da novilha de reposição, ou seja, quanto maior o investimento na reposição desta categoria, maior será a importância econômica da habilidade de permanência. Corroborando com essa tese, Gensys (2008) afirmou que não basta a fêmea ser precoce e produzir bezerros com desempenho superior, se não apresentar permanência produtiva, bem como vacas precoces com produtividade materna inferior não diferiram de vacas não precoces com progênie de mérito superior. Essa constatação também foi confirmada pela comparação das fêmeas das classes “2n+” (112,84 kg/vaca/ano) e “2p-“ (113,77 kg/vaca/ano) deste estudo (Tabela 4).

Quanto ao custo de mantença, fêmeas *precoces* apresentaram custo médio de 61,03 kg, ou seja, R$ 122,06 se considerarmos o valor de R$ 2,00/kg de peso vivo, resultado 3 % inferior ao custo de uma fêmea *normal* (idade ao primeiro parto acima de 32 meses). Porém, essa situação pode se inverter quando há intenção de se investir no aumento da precocidade, iniciando algum manejo diferenciado, como por exemplo, suplementação alimentar. Neste caso, esse fator deve ser considerado nas estimativas do RMat. Entre as classes de eficiência reprodutiva, o custo de mantença variou entre 56,62 e 71,37 kg para “0f+“ e “2n+“, respectivamente.

## 2- Estimativas dos componentes de variância e herdabilidade

Para o índice bioeconômico retorno maternal (RMat), as estimativas das variâncias genética aditiva, residual e fenotípica foram iguais a 28,07; 33,90 e 61,97, respectivamente. O coeficiente de herdabilidade foi estimado em 0,45 ± 0,02. Essa estimativa indica que RMat é herdável e pode ser aplicado como ferramenta de seleção quando se objetiva reproduzir e fixar a característica eficiência reprodutiva em fêmeas. O RMat apresentou valor de herdabilidade que pode ser, em alguns casos, acima dos valores de herdabilidade das características isoladas que o compõe como precocidade sexual e permanência produtiva no rebanho. Contudo, essa estimativa de herdabilidade pode ter sido limitada pela herdabilidade das características envolvidas, uma vez que a produtividade materna está associada a características de desempenho que no geral, possuem herdabilidade de magnitude moderada a alta. Este resultado sugere que a combinação dos fenótipos em uma única característica, ou seja, a composição de um índice fenotípico poderia ser uma alternativa, quando a composição de índices de seleção baseados nas diferenças esperadas na progênie, não é viável.

## 3- Comparação de touros

Ao estudar o desempenho das filhas dos 830 touros avaliados para o RMat, pode-se observar que os touros deca 1 apresentaram 4% de filhas precoces enquanto os touros deca 10, 0,05%. Quanto à permanência produtiva, os touros deca 1 apresentaram 6,2 % das filhas com dois partos até os 53 meses, enquanto, os touros deca 10, apenas 0,13 %. Gensys (2008) encontrou valores de 38,8% e 0,20%, respectivamente, para essa mesma situação.

Quanto ao RMat, touros deca 1 apresentaram valor médio de 60,44 kg/vaca/ano, 22 % acima do desempenho médio da filhas dos touros deca 10. Gensys (2008) relatou que touros deca 1 apresentaram RMat médio das filhas (75,0 kg/vaca/ano) 71 % superior em relação ao retorno estimado das filhas dos touros deca 10 (43,9 kg/ano). Esses resultados sugerem que o RMat deve ser destinado a seleção de touros,

podendo ainda, ser utilizado como ferramenta auxiliar no direcionamento de acasalamentos, bem como na seleção de fêmeas para práticas de biotecnologia da reprodução, como fertilização *in vitro* e uso de sêmen sexado.

## Conclusões

A combinação da precocidade sexual, permanência produtiva no rebanho e produtividade materna, considerando o custo de mantença das vacas, no índice retorno maternal, foi eficaz na identificação de touros para eficiência reprodutiva.

A herdabilidade do retorno maternal indicou que este índice é herdável e pode ser aplicado para a seleção de touros cujas filhas tenderam a ser precoces, produziram dois bezerros até os 4 anos de idade e estes, de desempenho superior para a produção de carne, sem aumentar os custos de produção.

A habilidade de permanência produtiva no rebanho até os 53 meses foi o componente que resultou em maior variação do retorno maternal, quando houve aumento, em uma unidade, do número de partos da fêmea.

**Referências Bibliográficas**

BERGMANN, J. A. G.; GRESSLER, S. L.; PEREIRA, C. S; PENNA, V. M.; PEREIRA, J. C. C. Avaliação de fatores genéticos e de ambiente sobre algumas características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore em regime de estação de monta restrita. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.,** Belo Horizonte, v. 50, p. 633-645, 1998.

BOLDMAN, K. G.; KRIESE, L. A.; VAN VLECK, L. D. et al. **A manual for use for MTDFREML:** a set of programs to obtain estimates of variances and covariances. Lincoln: Department of Agricultural; Agricultural Research Service, 2002. 129p.

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

BOURDON, R. M. **Understanding animal breeding.** New Jersey: Prentice Hall, 1997. 523 p.

CARDOSO, V. **Direcionando acasalamentos para maximizar a média do valor genotípico de uma futura safra.** 2004. 101 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

CARVALHEIRO, R.; SEVERO, J. L. P.; QUEIROZ, S. A.; FRIES, L. A. Protótipo de um critério de seleção visando aumentar a eficiência produtiva de vacas de corte: I – Índice proposto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005 a, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia, GO: SBZ, 2005.

CARVALHEIRO, R.; SEVERO, J. L. P.; QUEIROZ, S. A.; FRIES, L. A. Protótipo de um critério de seleção visando aumentar a eficiência produtiva de vacas de corte: II – Comparação de índices alternativos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE

BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005 b, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia, GO: SBZ, 2005.

CHARTERIS, P. [2008]. The mantron of hounor. Institute of Veterinary, Animal and Biomedical Sciences. Massey University. Disponível em: <http://www.beef.org.nz/research/management/managment_matron.asp >. Acesso em: 10 out. 2008.

DONOGHUE, K. A. Genetic evaluation of female reproductive performance. Disponível em:http://www.bifconference.com/bif2002/Baker_Essay_pdfs/Donoghue_02BIF.pdf. Acesso em: abril / 2006.

FORMIGONI, I. B.; FERRAZ, J. B. S.; SILVA, J. A. II V; ELER, J. P.; BRUMATTI, R. C. Valores econômicos para habilidade de permanência e probabilidade de prenhez aos 14 meses em bovinos de corte. **Arq. Bras. Méd. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 57, n. 2, p. 220-226, 2005.

FORNI, S.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimates of genetic correlations between days to calving and reproductive and weight traits in Nelore Cattle. **J. Anim. Sci.,** Champaign, v. 83, p. 1511-1515, 2005.

FRIES, L. A. Genética para um sistema de produção de ciclo curto. In: Simpósio da carne bovina: Da produção ao mercado consumidor, 1., 2003, São Borja, RS. **Anais...** São Borja: UFRGS, 2003. p. 1-17.

GARNERO, A. V.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F. et al. Estimativas de parâmetros genéticos de características reprodutivas na raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p. 157.

GENSYS CONSULTORES E ASSOCIADOS S/S Ltda. PAINT®: Índice bioeconômico de fêmeas (RMat). In: Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas, 7., 2008, Uberaba – MG. **Anais...** Uberaba: Associação Brasileira dos Criadores de Zebu, 2008. p. 126-132.

JENKINS, T. G.; FERRELL, C. L. Productivity through weaning of nine breeds of cattle under varying feed availabilities: I. Initial evaluation. **J. Anim. Sci.,** Champaign, v. 72, p. 2787-2797, 1994.

MERCADANTE, M. E. Z.; LÔBO, R. B.; BORJAS, A. L. R.; BEZERRA, L. A. F.; OLIVEIRA, H. N. Estudo Genético - Quantitativo de características de reprodução e produção em fêmeas da raça nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.1, p.155-157, 1996.

PEROTTO, D. Habilidade materna em bovinos de corte. In: Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas, 7., 2008, Uberaba – MG. **Anais...** Uberaba: Associação Brasileira dos Criadores de Zebu, 2008. p. 81-101.

PONZONI, R. W.; NEWMAN, S. Developing breeding objectives for Australian cashmere goals. **Animal Production,** Amsterdam, v. 49, p. 35-47, 1989.

RITCHIE, R. W. The optimum cow – what criteria must she meet? In: Research Symposium and Annual Meeting, 27., 1995, Kansas City. **Procedings…** Kansas City: Beef Improvement Federation, 1995. P. 126-145.

SILVA, J. A. II V.; OLIVEIRA, H. N.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Análise genética da habilidade de permanência em fêmeas da raça Nelore. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 598-604, 2003.

SILVEIRA, J. C.; MCMANUS, C.; MASCIOLI, A. S.; SILVA, L. O. C.; SILVEIRA, A. C.; GARCIA, J. A. S.; LOUVANDINI, H. Fatores ambientais e parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas em um rebanho Nelore no estado do Mato Grosso do Sul. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1432-1444, 2004.

VALLE, E. R.; ANDREOTTI, R.; THIAGO, L. R. L. S. Estratégias para o aumento da eficiência reprodutiva e produtiva de bovinos de corte. Campo Grande: Embrapa CNPGC, 1998. 80p. (Embrapa – CNPGC. Documentos 71).

# CAPÍTULO 5 – IMPLICAÇÕES

Sabe-se que um rebanho e sua produtividade são mantidos pela qualidade das fêmeas que o compõem. Essas têm função existencial de produção de bezerros. O desenvolvimento de um índice que vise a eficiência reprodutiva de fêmeas bovinas é uma necessidade para acelerar o aumento da produtividade na pecuária de corte. É sabido que o ganho em uniformidade obtido com a aplicação de seleção baseada em índices se faz vantajosa frente à seleção para características isoladas. No entanto, a escolha das características que expressam o objetivo da criação depende de condições específicas como raça, rebanho, sistema de produção, oportunidades de mercado, acesso a fornecedores entre outros fatores que devem ser considerados na composição de um índice.

O objetivo de seleção do programa de melhoramento, cujos dados foram utilizados neste estudo, era produzir animais que apresentassem uniformidade para as três precocidades: sexual, crescimento e terminação, de forma a otimizar um sistema de produção de ciclo curto. O desenvolvimento de um índice específico para fêmeas auxiliaria no direcionamento do processo de seleção e descarte, melhorando a fase de cria do sistema de produção. Desta forma, avaliaram-se as fêmeas quanto aos seguintes critérios: precocidade sexual, permanência produtiva no rebanho, produtividade materna, considerando o custo de mantença. Essas características, adicionadas a adaptabilidade e habilidade materna, intrínsecas das vacas da raça Nelore, determinariam a eficiência na produção de bezerros com mérito superior para a produção de carne.

Os estudos dos parâmetros genéticos para as características idade ao primeiro parto e inclusão no rebanho, expressões da precocidade sexual e a habilidade de permanência aos 48, 60 e 72 meses estudadas sob modelo de limiar sugeriram que para estes rebanhos, não se justificaria ou não seria eficaz a inclusão destas em um índice econômico de seleção, devido ao fato de não se apresentarem herdáveis para o conjunto de rebanhos avaliados, dentro das situações estudadas.

A combinação fenotípica dessas características que deu origem ao índice bioeconômico retorno maternal (RMat), estima o retorno em quilos de peso vivo produzidos por uma vaca ao ano, considerando a composição do peso produzido, dada pelos escores visuais de carcaça: conformação, precocidade e musculatura. RMat se mostrou herdável e, consequentemente, pode ser aplicado na seleção para eficiência reprodutiva. A permanência produtiva foi o componente de maior influência na variação do RMat. Touros selecionados com base no RMat tenderiam a ter filhas precoces, que produziriam, no mínimo, dois bezerros até quatro anos de idade, e estes de desempenho superior para a produção de carne, sem aumento dos custos de produção.

RMat apresenta vantagens interessantes, tais como: a possibilidade de se alterar os ponderadores econômicos de acordo com a variação de mercado, a inclusão de novas características ou adequação das existentes e, principalmente, a não utilização de metodologias complexas para o seu cálculo e análise. O resultado do RMat, expresso em quilos de peso vivo produzidos por vaca ao ano, facilita a compreensão e utilização pelos pecuaristas, consumidores finais de nossas pesquisas. A utilização de touros que produzem essas matrizes, fixa de forma cumulativa, a superioridade para eficiência reprodutiva. O ganho genético e financeiro obtido com a utilização de touros com DEPs elevadas para RMat é indiscutivelmente, a maior vantagem do uso deste índice bioconômico pelos criadores brasileiros. Para que novas tecnologias como essa tenham valia é preciso aplicá-las na prática. Conscientizar os criadores da sua importância como ferramenta de identificação de fêmeas eficientes e, de posse dessa informação, selecionar a parcela destinada a descarte, para que essas não permaneçam improdutivas, ocupando e consumindo as pastagens que poderiam suprir vacas eficientes; selecionar a parcela que irá se reproduzir e perpetuar seu mérito genético superior são as ações que devem ser tomadas anualmente, para a formação de um rebanho de sucesso.

A importância atribuída pelos pecuaristas a essa ferramenta de seleção traria à tona, a preocupação com a coleta de dados reprodutivos ao longo dos anos e com certeza, maior dedicação quanto a este aspecto, ainda determinante na qualidade dos resultados obtidos em pesquisas.

# Livros Grátis

( http://www.livrosgratis.com.br )

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo