

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

**PARÂMETROS GENÉTICOS PARA MORTALIDADE PRÉ  
E PÓS-NATAL EM BOVINOS DA RAÇA NELORE**

**Lívia Carolina Magalhães Silva**

**Orientadora: Prof. Dr. Mateus J. R. Paranhos da Costa**

**Co-orientadores: Profa. Dra. Lúcia Galvão de Albuquerque**

**Dr. Fernando Sebastián Baldi Rey**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento Animal.

**JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL**

**Agosto de 2010**

M188p Magalhães Silva, Livia Carolina  
Parâmetros genéticos para a mortalidade pré e pós-natal em  
bovinos da raça Nelore / Livia Carolina Magalhães Silva --  
Jaboticabal, 2010  
iv, 55 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010  
Orientador: Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa  
Banca examinadora: Humberto Tonhati, Joslaine Noely dos  
Santos Gonçalves Cyrillo  
Bibliografia

1. Bezerros. 2. Mortalidade. 3. Melhoramento Genético I. Título.  
II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:636.084

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



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
CAMPUS DE JABOTICABAL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** PARÂMETROS GENÉTICOS PARA MORTALIDADE PRÉ E PÓS-NATAL EM BOVINOS DA RAÇA NELORE

**AUTORA:** LÍVIA CAROLINA MAGALHÃES SILVA

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. MATEUS JOSE RODRIGUES PARANHOS DA COSTA

**CO-ORIENTADOR:** Prof. Dr. FERNANDO SEBASTIÁN BALDI REY

**CO-ORIENTADORA:** Profa. Dra. LUCIA GALVAO DE ALBUQUERQUE

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em GENÉTICA E MELHORAMENTO ANIMAL , pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MATEUS JOSE RODRIGUES PARANHOS DA COSTA  
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. HUMBERTO TONHATI  
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Profa. Dra. JOSLAINE NOELY DOS SANTOS GONÇALVES CYRILLO  
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / Instituto de Zootecnia / Sertãozinho/SP

Data da realização: 30 de agosto de 2010.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**LÍVIA CAROLINA MAGALHÃES SILVA** - nascida em 31 de julho de 1983, na cidade de Ribeirão Preto - SP, filha de Sirlei Silvia Magalhães Silva e Crize Silva. Formada em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal - SP, em dezembro de 2007. Realizando pesquisa abordando parâmetros genéticos para a mortalidade pré e pós-natal em bovinos da raça Nelore, obteve o grau de mestre do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal - SP, sob a orientação do professor Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa, como bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), em agosto de 2010.

***“Construí amigos, enfrentei derrotas, venci obstáculos, bati na porta da vida e disse-lhe: Não tenho medo de vivê-la.” Jamais!***

***Augusto Cury***

**Dedico**

*Aos meus pais Crize e Sirlei e meus irmãos Matheus e Leticia por estarem  
junto comigo o tempo todo.*

**Ofereço**

*Ao professor Mateus Paranhos da Costa, meu orientador, pelo incentivo e  
por me mostrar a importância do esforço e determinação.*

## **Agradecimentos**

*A Deus, por ter iluminado o meu caminho e meu aprendizado no decorrer destes anos.*

*A minha grande família: meus pais Crize e Sirlei, meus irmãos Matheus e Letícia, minha avó Rozalina e minha tia Sônia, pelas orações e por renovar minhas energias em todo retorno para casa.*

*Ao meu orientador Mateus Paranhos da Costa, por mais este voto de confiança.*

*A minha co-orientadora Lúcia Galvão de Albulquerque, pela oportunidade em aprender sobre genética e melhoramento animal e por todo ensinamento.*

*Ao meu co-orientador Fernando Baldi, por todo o aprendizado, estímulos e disponibilidade. Muito obrigada!*

*Aos membros da minha banca de qualificação e defesa: Henrique Nunes de Oliveira, Humberto Tonhati e Joslaine Noely dos Santos Gonçalves Cyrillo, por toda contribuição a este trabalho. A Anita Schmidek, que mesmo de longe, esteve sempre presente, me ensinando muito.*

*Ao Grupo ETCO, que mostra a cada dia a importância e as alegrias de um trabalho em grupo.*

*A todos orientados da professora Lúcia, que me acolheram e me ajudaram em tudo o que foi preciso. Em especial, a Annaiza Bignardi por ter me ensinado a trabalhar com as novas análises.*

*Aos meus queridos e essenciais amigos: Aline Sant'Anna, Adriana Madureira, Désirée Soares, Carla Ferrarini, Tiago Valente, Maria Fernanda (Gretchen), Ana Paula (Fuxica), Carla (Biskoita), Thays (Black), Luciana (Lola), Giovani Fiorentini, Thiago (Strumi), Carolina (Pantufa), Rodrigo (Pinto), Bruna Furlan e Mari Bars. Com certeza com vocês tudo foi muito mais fácil! Em especial, ao Everton (Xanxe) hoje muito mais que um amigo, meu belo presente. Obrigada por tudo, de coração!*

*A natureza e tudo o que a mantém em perfeita harmonia. Obrigada!*

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	1
SUMMARY.....	2
<b>CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>3</b>
1. INTRODUÇÃO .....	3
2. OBJETIVOS .....	4
2.1 Objetivo geral .....	4
2.2 Objetivos específicos .....	5
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	5
3.1 A importância do estudo sobre mortalidade de bezerros até a desmama.....	5
3.2 Parâmetros genéticos para características associadas à mortalidade pré-desmama dos bezerros.....	9
3.2.1 Mortalidade pré-desmama .....	10
3.2.2 Tipo de modelo utilizado .....	11
3.2.3 Peso ao nascer .....	14
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
<b>CAPITULO 2 – VARIABILIDADE GENÉTICA PARA A MORTALIDADE PRÉ E PÓS-NATAL DE BEZERROS DA RAÇA NELORE.....</b>	<b>23</b>
RESUMO .....	23
SUMMARY.....	24
1. INTRODUÇÃO.....	25
2. OBJETIVOS .....	26
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 Dados e manejo dos animais .....	26
3.2 Características analisadas .....	28
3.3 Estrutura dos dados .....	30
3.4 Análises estatísticas .....	31
3.4.1 Mortalidade pré e pós-natal, com base na característica da fêmea .....	34
3.4.2 Mortalidade pré e pós-natal, com base na característica do bezerro .....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	36

<b>4.1 Mortalidade pré-natal (Mpre) .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1.1 Aspectos descritivos .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1.2 Parâmetros genéticos .....</b>	<b>37</b>
<b>4.2 Mortalidade pós-natal (Mpos) .....</b>	<b>42</b>
<b>4.2.1 Aspectos descritivos .....</b>	<b>42</b>
<b>4.2.2 Parâmetros genéticos .....</b>	<b>44</b>
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>47</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>49</b>

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
<b>CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>3</b>
<b>Tabela 1.</b> Peso ao nascimento (PN), incidência de distocia e mortalidade de bezerros puros e cruzados da raça Hereford. (Adaptado de ROWAN & JOSEY, 1994) .....	<b>8</b>
 <b>CAPITULO 2 – VARIABILIDADE GENÉTICA PARA A MORTALIDADE PRÉ E PÓS-NATAL DE BEZERROS DA RAÇA NELORE .....</b>	 <b>23</b>
<b>Tabela 1.</b> Resumo de dados descritivos do rebanho. Utilizado para a estrutura de dados usados para a estimação de parâmetros genéticos para a mortalidade pré e pós-natal, para bezerros da raça Nelore .....	<b>29</b>
<b>Tabela 2.</b> Descrição do arquivo de dados para a característica mortalidade pré e pós-natal em animais Nelore, para o Grupo Contemporâneo (GC) como efeito aleatório .....	<b>30</b>
<b>Tabela 3.</b> Estimativa de herdabilidade ( $h^2$ ) obtida em análise unicaracterística, para a mortalidade pré-natal .....	<b>37</b>
<b>Tabela 4.</b> Estimativas de herdabilidades ( $h^2$ ) obtidas em análise unicaracterística, para a mortalidade pós-natal .....	<b>44</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>CAPITULO 2 – VARIABILIDADE GENÉTICA PARA A MORTALIDADE PRÉ E PÓS-NATAL DE BEZERROS DA RAÇA NELORE .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 1.</b> Gráficos representativos das trajetórias das cadeias ( $A_1, B_1, C_1$ ) das estimativas de herdabilidade direta (baseada na característica da fêmea) e de herdabilidade direta e materna total (baseada na característica do bezerro), respectivamente. Gráficos representativos da aproximação da distribuição <i>a posteriori</i> ( $A_2, B_2, C_2$ ) das estimativas de herdabilidade direta (baseada na característica da fêmea) e de herdabilidade direta e materna total (baseada na característica do bezerro), respectivamente, para a mortalidade pré-natal .....	<b>41</b>
<b>Figura 2.</b> Gráficos representativos das trajetórias das cadeias ( $A_1, B_1, C_1$ ) das estimativas de herdabilidade direta (baseada na característica da fêmea) e de herdabilidade direta e materna total (baseada na característica do bezerro), respectivamente. Gráficos representativos da aproximação da distribuição <i>a posteriori</i> ( $A_2, B_2, C_2$ ) das estimativas de herdabilidade direta (baseada na característica da fêmea) e de herdabilidade direta e materna total (baseada na característica do bezerro), respectivamente, para a mortalidade pós-natal .....	<b>46</b>

## PARÂMETROS GENÉTICOS PARA MORTALIDADE PRÉ E PÓS-NATAL EM BOVINOS DA RAÇA NELORE

**Resumo** – Esta pesquisa teve como objetivo geral ampliar os estudos sobre a variabilidade genética para mortalidade pré (Mpre) e pós-natal (Mpos) em bovinos da raça Nelore, estimando parâmetros genéticos dessas características. Os dados analisados foram provenientes de fêmeas nascidas entre 1984 e 1995, pertencentes à Agropecuária Jacarezinho Ltda, localizada no município de Valparaíso. As variáveis Mpre e Mpos se caracterizam por expressão binária, considerando-se duas condições, para Mpre: 1= sucesso, para os bezerros que conseguiram nascer e 0= falha, para bezerros que não conseguiram chegar ao final da gestação; e para Mpos: 1= sucesso, para bezerros que estavam presentes na desmama e 0= falha, para os que apresentaram peso ao nascer (PN), mas não conseguiram sobreviver até a desmama. O grupo contemporâneo (GC) foi considerado como efeito aleatório no modelo. Para Mpre o GC foi definido como: ano e fazenda no início da estação de monta, ano e fazenda de nascimento da vaca e estação de monta. Como efeito fixo foi considerado a idade da fêmea ao início da estação de monta em classes (variando de 1 a 13 anos). Para Mpos o GC foi definido como: bezerros do mesmo sexo, fêmeas nascidas e paridas na mesma fazenda e ano e grupo de manejo ao nascimento das fêmeas, foram considerados como efeitos fixos a idade da vaca ao parto em classes (variando de 2 a 9 anos), e como covariável o PN do bezerro (efeito linear e quadrático). Os componentes de variância foram estimados em análise unicaracterística utilizando-se a inferência Bayesiana pelo programa THRGIBBS1F90. Os intervalos de amostragem foram pelo pacote estatístico “BOA” (“Bayesian Output Analysis”), do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM). A taxa de Mpre, encontrada no conjunto de dados foi de 2,0% e a estimativa de herdabilidade direta para Mpre, com base na característica da fêmea foi de magnitude moderada (0,22), o que indica ganho genético moderado na população e boas perspectivas de resposta à seleção; as estimativas de herdabilidades, baseadas na característica do bezerro, tanto direta (0,01) como materna total (0,01) apresentaram valores baixos e poucas chances de serem alteradas por meio de seleção. Para Mpos, a taxa encontrada no conjunto de dados foi de 0,8% e tanto a estimativa de herdabilidade direta com base na característica da fêmea (0,06), quanto às estimativas para herdabilidade direta (0,05) e materna total (0,04) encontradas com base na característica do bezerro apresentaram valores de baixa magnitude e não apresentaram diferenças entre os modelos analisados indicando que a resposta a seleção será baixa e de longo prazo. Logo, a partir destes resultados, podemos concluir que a característica Mpre pode ser utilizada como critério de seleção contra a característica Mpre, quando avaliada pelo modelo touro com base nas características da fêmea.

**Palavras-chaves:** bezerros, herdabilidade, modelo limiar, mortalidade

## GENETICS PARAMETERS FOR STILLBIRTH AND POSTNATAL MORTALITY IN NELORE CATTLE

**Summary** – The aims of this research were to increase the knowledge about genetic variability of stillbirth (Mpre) and postnatal mortality (Mpos) in Nelore cattle through estimates of the genetic parameters for these traits. Mpre and Mpos were assessed as a cow and calf traits, and sire and animal model were compared. Datasets were obtained from females born between 1984 and 1995 on the Agropecuaria Jacarezinho Ltda. Mpre and Mpos are characteristics of binary expression, considering, for Mpre: 1= success, for calves that could be born, and failure (0), for those failed to reach in the end of pregnancy. For Mpos: success (1) for calves those were present at weaning, and failure (0): for those who had birth weight (PN), but did not survive weaning. The contemporary group (CG) was considered as the random effect in the model. For Mpre the GC was defined by year and farm at start of the breeding season of the cow, year and farm of birth of the cow and breeding season; the fixed effect was the age of the cow at beginning of breeding season (in classes, ranging from 1-13 years). For Mpos the GC was defined by calves of the same sex, cows that were born and calved on the same farm, year and handling group at calving; the fixed effects was age of calving (in classes, ranging 2-9 years) and, as covariable, the PN of calf (linear and quadratic). Variance components were estimated in univariate analysis using the Bayesian inference by the program THRGIBBS1F90. The sampling intervals were defined by statistical package “BOA” (Bayesian Output Analysis) included in program R (R Development Core Team, 2008). The rate of Mpre found in the dataset was 2.0%. The estimate of direct heritability for Mpre, based on the female’s traits was moderate (0.22), indicating moderate genetic gain in the population and good prospects for selection response. Estimates of direct heritability (0.01) and maternal total (0.01) obtained for total Mpre, based on the calf’s traits, indicating that this trait is unlikely to be changed by selection, and the expected response will be low and long-term. The rates for Mpos found in the data set was 0.8% and estimates of heritability were 0.06, 0.05 and 0.04 for direct heritability based on the traits’ female, total direct and maternal heritability based on the calf’s traits, respectively. These results indicate low values, showing no differences between the models used and the response to selection will be low and long-term. Therefore, Mpre when evaluated by sire model, based on the female’s traits, may be used as a criterion for selection, because it indicates moderate chance to be improve by selection.

**Keywords:** calves, heritability, mortality, threshold

# PARÂMETROS GENÉTICOS PARA MORTALIDADE PRÉ E PÓS-NATAL EM BOVINOS DA RAÇA NELORE

## CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1. INTRODUÇÃO

As taxas de mortalidade em bovinos de corte giram em torno de 6 a 10% entre o nascimento e os três primeiros meses de vida, podendo chegar em até 50% em sistemas onde existem falhas de manejo (ROY, 1990). FROIS et al (1994), trabalhando no estado de Minas Gerais, encontraram taxa de mortalidade de 14,9%, decorrente de inadequada alimentação, falhas de manejo e problemas sanitários. Esses números são muito altos e merecem atenção especial. A mortalidade de bezerros do nascimento ao desmame diminui o rendimento e aumenta significativamente os custos em sistemas de produção (GOYACHE et al. 2003) e, além disso, representa também problemas éticos, pois em última análise é o reflexo de ausência de bem-estar no rebanho (HANSEN et al., 2003), e como as preocupações com a saúde e o bem-estar dos animais vêm aumentando, aspectos como estes deverão ser considerados em estratégias futuras nas criações de animais (OLESEN et al., 2000).

Uma das características de grande importância para este propósito é a mortalidade pré-desmama na criação de bovinos. Perdas, como a mortalidade, podem corresponder a quase um terço de gasto com esta categoria (CUNDIFF et al., 1982), e isto é maior em regiões tropicais e subtropicais, onde o gado *Bos indicus* predomina (PLASSE, 1973). Estima-se que 75% das perdas até um ano de idade ocorram até 28 dias de vida dos bezerros (COELHO, 2005). Sendo assim, pode-se assumir que a saúde e o crescimento dos bezerros são dependentes de fatores que ocorrem antes, durante e no período imediatamente após o parto.

A produtividade de carne bovina depende da constituição genética da população e do ambiente no qual ela está inserida. Dentre os recursos do melhoramento animal, a seleção é um dos meios de se modificar a constituição genética de uma população, alterando as frequências dos alelos que determinam a expressão de determinado caráter, promovendo mudança genética na geração seguinte (BOURDON, 1997). O melhoramento das características de importância econômica mediante seleção depende do uso efetivo da variação genética (CARDELINO & ROVIRA, 1988). Para o propósito da seleção e do melhoramento genético animal, é necessário quantificar a contribuição dos fatores genéticos e ambientais, a fim de se obter estimativas acuradas da fração genética.

O melhoramento em bovinos tem sido tradicionalmente focado em características produtivas, no entanto, programas modernos de melhoramento de bovinos devem considerar todas as características de importância econômica para incrementar o ganho genético total. A elevação na taxa de mortalidade reduz o número de animais disponíveis para seleção, pois óbitos pré-desmama podem conduzir a redução no progresso genético (MEYER et al., 2001a).

O conhecimento da influência dos efeitos do meio sobre as características estudadas e a correção para estes, são fundamentais no momento de se obter as estimativas dos parâmetros genéticos, repercutindo diretamente nas respostas dos programas de seleção (SOUZA et al. 2000). A variabilidade genética na mortalidade de bezerros depende também da variável analisada, dependendo se é considerada como característica da vaca ou do bezerro, da fase da mortalidade considerada, se a vaca é primípara ou múltípara, bem como o tipo de modelo empregado (SCHMIDEK, 2009).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Ampliar os estudos que quantifiquem a variabilidade genética para mortalidade pré e pós-natal em bovinos da raça Nelore com intuito de incluir estas características em programas de seleção.

## **2.2 Objetivos específicos**

- Estimar parâmetros genéticos para mortalidade pré e pós-natal em bovinos da raça Nelore.
- Avaliar a mortalidade pré e pós-natal como características do bezerro ou como característica da vaca.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1 A importância do estudo sobre mortalidade de bezerros até a desmama**

Em sistemas de cria de bovinos de corte, a principal receita advém dos bezerros desmamados e, portanto, a mortalidade pré-desmama é um dos principais pontos de estrangulamento econômico (BOURDON & GOLDEN, 2000). Mortalidade de bezerros do nascimento ao desmame aumenta significativamente os custos de produção em fazendas produtoras (CUNDIFF et al., 1982).

A situação ideal seria caracterizada quando cada vaca produzisse um bezerro a cada ano, desmamando-o em boas condições de saúde e desenvolvimento. Em um estudo preliminar, analisou-se a distribuição de mortes de bezerros ao longo do período de amamentação, no qual foi encontrada uma grande concentração de mortes logo nos primeiros dias de vida dos bezerros (PARANHOS DA COSTA et al., 2004).

A mortalidade de bezerros está associada a fatores ambientais (clima, manejo), dos bezerros (vigor, peso ao nascer), das vacas (comportamento,

conformação do aparelho mamário, produção de leite), ou da combinação destes fatores, sendo que características da vaca e do bezerro podem estar associadas, em algum grau, a aspectos genéticos (RAY et al., 1989; SCHMIDEK et al., 2004)

Avaliando o comportamento de bezerros Guzerá e Nelore pertencentes de um mesmo rebanho, SCHMIDEK et. al. (2006) identificaram maior mortalidade ( $P < 0,05$ ) para bezerros que não mamaram em até três horas após o nascimento (17,5%) em comparação aos que mamaram em até três horas de vida (4,0%). Neste contexto, a falha no processo de amamentação nas primeiras horas de vida assume grande importância na produção de bovinos, uma vez que sua ocorrência deste evento está associada à baixa concentração sérica de imunoglobulinas derivadas do colostro materno (EDWARDS & BROOM, 1982; PARANHOS DA COSTA et. al., 1998) e, conseqüentemente, à redução nas taxas de sobrevivência.

Nas criações comerciais de bovinos busca-se sempre minimizar a mortalidade. Os dados encontrados na literatura reportam valores de mortalidade pré-desmama variando entre 3,3 % e 26,8% (REYNOLDS et al., 1980). Em condições normais, os valores referentes à mortalidade de bezerros de corte no Brasil possivelmente podem ser mais elevados em determinadas situações. Por exemplo, ZANETTI et al. (1982), trabalhando com gado leiteiro, relataram que a taxa de mortalidade de bezerros no Brasil é bastante elevada. Pesquisas com gado de corte em um rebanho multirracial, no Brasil, observaram-se variação na taxa de mortalidade de bezerros até os 120 dias, sendo de 3,6%, 8,8%, 11,8% e 4,5% em Nelore, Guzerá, Gir e Caracu, respectivamente (TOLEDO, 2005). Neste estudo observou-se que a sobrevivência dos bezerros foi influenciada pelo vigor do bezerro, indicando que aqueles que levantaram mais rápido apresentaram menores taxas de mortalidade. NOWAK & LINDSAY (1992) relataram que a mortalidade de cordeiros pode se dar por estes não conseguirem acompanhar sua mãe e o restante do rebanho em condições extensivas. Embora não se tenha estabelecido o que pudesse ser considerado como taxa normal de mortalidade, dos pontos de vista produtivo, ético e econômico, assume-se que o valor ideal dessa taxa seja zero (CROMBERG & PARANHOS DA COSTA, 1997).

Com isso, na bovinocultura de corte, com os bezerros criados a pasto ao pé das vacas, a importância do recém-nascido em levantar-se rapidamente e ingerir seu alimento tem levado a estudos de características para seleção de animais mais ágeis (SCHMIDEK, 2003; RILEY et al., 2004). Verifica-se, nos diferentes sistemas de exploração de bovinocultura, a existência de um padrão comportamental nas relações materno-filiais, talvez decorrentes do ambiente predominante durante sua evolução, cabendo aos técnicos e produtores entenderem a importância destes comportamentos e obterem sucesso na exploração de bovinos de corte.

Vários relatos têm demonstrado que a dificuldade do parto tem um efeito significativo sobre sobrevivência do bezerro (LASTER & GREGORY, 1973; SMITH et al., 1976; GREGORY et al., 1978). De acordo com a literatura pesquisada, o efeito que apresentou maior consistência com relação ao problema da distocia foi a idade da vaca ao parto, em que as idades de dois e três anos apresentaram maior incidência de distocia; havendo relatos de rebanhos que apresentaram médias gerais em torno de 20% de distocia, sendo que as novilhas de dois anos apresentaram índices de 43% a 57% (BURFENING et al., 1978; BERGER et al., 1992; KOCH et al., 1994). A taxa de mortalidade de bezerros provenientes de partos distócicos muitas vezes é relatada como sendo superior à de partos normais (LASTER & GREGORY, 1973), o que indica que a distocia está associada a componentes ligados à sobrevivência.

Tanto a taxa de natalidade quanto a de sobrevivência de bezerros têm um grande impacto sobre a eficiência econômica do rebanho (MELTON, 1995). O aumento da dificuldade de parição está associado com o aumento do peso ao nascimento e o comprimento da gestação (BELLOWS et al., 1971; MENNISIER e FOULLEY, 1977, BURFENING et al. 1978). O peso ao nascer apresenta-se como uma característica bastante ligada ao vigor e à sobrevivência do bezerro, tendo assim, grande importância econômica, sendo apontado como o fator de maior influência sobre a mortalidade até 24 horas (BRADFORD, 1972; NOTTER et al., 1978; BERGER et al., 1992).

As ocorrências de óbitos relacionados com peso ao nascer normalmente estão associadas a pesos extremos, ou seja, muito leves ou muito pesados, sendo a dificuldade de parto a maior causa de morte para os mais pesados, enquanto que para os mais leves, a inanição fisiológica, decorrente de falhas de amamentação (BRADFORD, 1972; SMITH, 1977; NOTTER et al., 1978). SCHMIDEK (2009), trabalhando com bezerros machos e fêmeas da raça Nelore, encontrou que bezerros nascidos com pesos intermediários apresentaram menor mortalidade e melhor vigor em comparação aos demais ( $P < 0,01$ ), concluindo que o ideal seja que os animais machos pesem entre 29 e 34 kg e as fêmeas entre 27 e 31 kg.

Estudos sobre o efeito da raça do touro em acasalamentos com fêmeas Hereford para peso ao nascer, incidência de distocia e mortalidade de bezerros ao desmame demonstraram que a progênie de touros Brahman foi mais pesada ao nascimento quando comparada aos da raça Boran (*Bos indicus* de origem africana) e Tuli (*Bos taurus* africanos) (ROWAN & JOSEY, 1994). Isto resultou em maior incidência de distocia nas vacas, na qual foi um dos principais fatores que contribuíram para a mortalidade de bezerros neste grupo, como representado na Tabela 1.

Tabela 1. Peso ao nascimento (PN), incidência de distocia e mortalidade de bezerros puros e cruzados da raça Hereford. (Adaptado de ROWAN & JOSEY, 1994).

<i>Grupo de raças</i>	<i>Número</i>	<i>PN (kg)</i>	<i>Incidência de distocia (%)</i>	<i>Mortalidade de bezerros (%)</i>
<b><i>Hereford x Hereford</i></b>	55	31,72 c	0	7,27
<b><i>Brahman x Hereford</i></b>	54	42,57 a	7,4	9,26
<b><i>Boran x Hereford</i></b>	44	36,23 b	0	2,27
<b><i>Tuli x Hereford</i></b>	49	33,72 c	0	6,12

Entre os trabalhos encontrados na literatura, há bastante variação com relação à sobrevivência e a taxa de distocia, em função do sexo do bezerro. Vários autores apontaram maior prevalência de distocia para bezerros do sexo

masculino, muitas vezes associado a maiores pesos ao nascer (ALENCAR et al., 1997; ERF et al., 1990; GOSH et al., 1996; GREGORY et al., 1978; NOTTER et al., 1978; SMITH, 1977). Uma explicação alternativa foi apresentada por MACHADO NETO et al. (1997), que encontraram maior concentração de imunoglobulinas em fêmeas, o que pode lhes conferir maior probabilidade de sobrevivência.

Logo, a eficiência de produção em bovinos de corte depende de várias características e o melhoramento das características de importância econômica, por meio da seleção, depende do uso efetivo da variação genética existente nas mesmas (MASCIONI et al., 2000). O conhecimento dos parâmetros genéticos das características e o entendimento das inter-relações entre elas são fundamentais para o delineamento dos programas de seleção.

### **3.2 Parâmetros genéticos para características associadas à mortalidade pré-desmama dos bezerros**

Os aspectos genéticos da mortalidade em bezerros de corte têm sido pouco estudados para animais zebuínos, como é o caso da raça Nelore, rebanho significativo no Brasil. Sabe-se que as estimativas de herdabilidade para a taxa de nascimento e sobrevivência do bezerro são relativamente baixas (CUNDIFF et al., 1986; KOOTS et al., 1994). Além disto, são escassos os trabalhos analisando a variabilidade genética para esta característica (CUNDIFF et al., 1986, RAY et al., 1989; GOYACHE et al., 2003). Baixa disponibilidade e utilização inadequada dos dados disponíveis e a aplicação de modelos estatísticos e metodologias de avaliação não adequadas levam à queda da acurácia de avaliação e a predição de ganhos genéticos inferiores ao esperado.

Quando se compara trabalhos abordando este tema, atenção especial deve ser dada às definições utilizadas e ao sistema de produção. As características associadas à mortalidade pré-desmama, como a sobrevivência, por exemplo, pode estar associadas ao componente direto de genes do animal jovem que

afetem sua integridade física, resposta imune e instinto de sobrevivência, e ao componente materno, ligado à habilidade de nutrir e proteger a cria (BOURDON & GOLDEN, 2000).

### **3.2.1 Mortalidade pré-desmama**

Durante as últimas duas décadas, na Dinamarca, a incidência de natimortos em bovinos da raça Holandesa vem aumentando (NIELSEN et al., 2002), a mesma tendência foi observada na Suécia (STEINBOCK et al., 2003) e nos Estados Unidos (MEYER et al., 2001b). Natimortos em rebanhos de gado leiteiro reduzem de forma potencial o número de novilhas de reposição e reduzem a receita de touros para engorda, além de ser um problema ético relacionado ao bem-estar animal.

A natimortalidade demonstrou ser hereditária devido aos efeitos genéticos aditivos nos bezerros (efeito direto) e efeitos genéticos aditivos na fêmea (efeito materno) (PHILIPSSON, 1976; WELLER et al. 1988, LUO et al., 1999). Isto significa que a mortalidade pré-natal é uma característica potencial para ser incluída em programas de melhoramento genético e, portanto, o conhecimento exato de parâmetros genéticos para essa característica é necessária.

As estimativas de herdabilidade para sobrevivência relatadas, normalmente são de baixa a moderada magnitude, tendo sido encontrados valores que oscilaram entre 0,04 e 0,26, tendo sido detectado efeito significativo de pais do bezerro e da vaca sobre a sobrevivência até a desmama (GREGORY et al., 1978; BAILEY & MOORE, 1980; ALENCAR, 1982; MARTINEZ et al., 1983; CUBAS et al., 1991). CUNDIFF et al. (1986) constataram que a herdabilidade de sobrevivência até o desmame foi baixa (0,067), mas a variação entre as raças foi grande. Outros estudos relataram média de herdabilidade de 0,17 e 0,10 para mortalidade ao nascimento e mortalidade pré-natal, respectivamente (KOOTTS et al. 1994), e 0,06 para a mortalidade pré-desmama em bezerros da raça Brahman (RILEY et al. 2004). A resposta à seleção para qualquer uma dessas características seria baixa. Assim, se a sobrevivência pode ser otimizada,

buscando taxas de mortalidade igual a zero, por uma redução de custos mudança de gestão, esta seria mais indicado.

Há tendências de maior herdabilidade para mortalidade em intervalos mais próximos ao nascimento, em comparação a períodos mais próximos a desmama. ALENCAR (1982) relatou herdabilidade de 0,21 a 0,26 para a mortalidade pré-natal comparado a 0,20 para mortalidade pré-desmama. Outras pesquisas, considerando várias raças, reportaram herdabilidade de 0,09 para o período pré-natal e 0,04 para o período pré-desmama (CUNDIFF et. al., 1998). No entanto, a maioria das estimativas para a sobrevivência de bezerros refere-se à sobrevivência perinatal ou natimortos em rebanhos leiteiros. KOOTS et al. (1994), revendo a literatura, calculou uma média do efeito genético direto (herdabilidade) da mortalidade perinatal em bovinos de corte, de 0,11 e 0,16 para multíparas e novilhas, respectivamente. Praticamente não existem estimativas de parâmetros genéticos para características associadas à sobrevivência do bezerro no período perinatal até o desmame e do nascimento ao desmame. Entretanto, CUNDIFF et al. (1986), utilizando uma população multirracial, estimou uma herdabilidade para o efeito direto de sobrevivência do nascimento ao desmame de 0,07 dentro das raças de touro e de 0,11 para a população total.

Grande parte das pesquisas considera a mortalidade como característica do bezerro. Ao considerar esta característica tanto como do bezerro quanto da vaca para animais da raça Canchim, ALENCAR (1982) obteve estimativas de herdabilidade de 0,20 a 0,26, como característica do bezerro e 0,20 a 0,21 como característica da vaca. Outro estudo apresentou também resultados semelhantes quando comparando estas duas características, oscilando entre 0,03 a 0,08 (WELLER et. al., 1988).

### **3.2.2 Tipo de modelo utilizado**

Quanto ao modelo utilizado ser touro ou animal, GILMOUR (2007) relatou que o pouco uso do modelo animal se deva ao tipo de distribuição de dados,

sendo que o modelo mais simples, como o modelo touro, forneça estimativas menos viesadas. Dois estudos de simulação por UGARTE et al. (1992) e por VISSCHER & GODDARD (1993) compararam os efeitos do grupo contemporâneo (GC) como fixo *versus* aleatório, ambos os estudos utilizaram o modelo simples touro, e os resultados apresentados concluíram que pode haver benefícios utilizando o grupo contemporâneo como efeito aleatório, dependendo do tamanho das subclasses do GC e valores de parâmetro, pois quando os efeitos de GC são tratados como aleatórios, o número efetivo de filhas ou informação com que cada animal está sendo avaliado aumenta, e, posteriormente, a variância do erro de predição diminui. Na filosofia bayesiana, não há distinção entre estimação de efeitos fixos, predição de efeitos aleatórios, ou estimação de componentes de (co)variância, pois todo parâmetro do modelo é tratado como uma variável aleatória. Dessa forma, para estimar qualquer parâmetro, tem-se que esse parâmetro é um vetor de quantidades não observáveis, seja ele um efeito fixo, ou aleatório, bem como, um componente de (co)variância. Para maiores detalhes sobre os métodos bayesianos ver, por exemplo, BOX & TIAO (1992), BERNARDO & SMITH (1994) e O'HAGAN (1994).

Segundo RAMIREZ-VALVERDE et al (2001), as características de limiar (ou threshold) são aquelas que apresentam distribuição descontínua, mas que, quando submetidas à análise genética, são influenciadas por muitos genes, de maneira semelhante às características quantitativas (FALCONER & MACKAY, 1996). Características que assumem uma distribuição normal, não observável, subjacente para a variável discreta mensurada oferecem vantagens sobre o modelo linear nas análises sob modelo animal, mas não sob modelo de touro-avô materno, como observado para a característica de dificuldade de parição de bovinos da raça Gelbvieh americana. ABDEL-AZIM & BERGER (1999) destacaram que a verdadeira importância do uso de modelos de limiar seria a estimação de componentes de variância e que a acurácia das estimativas aumentaria quando aumentasse o número de categorias na característica, quando a distribuição estivesse mais próxima da normal ou quando houvesse número balanceado de dados.

Muitos estudos de parâmetros genéticos para a mortalidade pré-desmama aplicam modelos lineares e, portanto, ignora a natureza categórica dos dados (NISKANEN & JUGA, 1998; LUO et al., 1999; MEYER et al., 2001b). A partir desses estudos, as herdabilidades para bezerros natimortos, por exemplo, variaram de 0,01 a 0,06. Não é fácil comparar essas estimativas de herdabilidade, porque estas dependem da frequência de natimortos na população analisados. Para comparar herdabilidades obtidas a partir de modelos lineares, estas devem ser transformadas em uma escala de modelo subjacente usando a fórmula de Robertson (DEMPSTER & LERNER, 1950). No entanto, essa transformação tem se mostrado tendenciosa ao apresentar resultados, quando a frequência é baixa (VAN VLECK, 1972).

Estudos feitos nos Estados Unidos, a partir de um conjunto de âmbito nacional, incluindo 6 milhões de registros de nascimentos de bezerros da raça Holandesa, apresentaram resultados de herdabilidade diretas variando de 0,026 a 0,034 sob a análise Bayesiana e 0,024 a 0,031 para análise linear (REML). As herdabilidades maternas foram maiores encontradas em ambos os casos, variando de 0,052 a 0,065 e 0,046 a 0,057 para a análise Bayesiana e linear (REML), respectivamente. GEVREKCI et al. (2006) relataram resultados semelhantes a partir de uma análise Bayesiana de um subconjunto de dados nacionais dos Estados Unidos. Esses resultados também foram semelhantes aos de LUO et al. (1999), que relataram herdabilidade direta e materna de 0,03 e 0,06, respectivamente, para mortalidade pré-natal na raça Holandesa, no Canadá.

JAMROZIK et al. (2005) relataram herdabilidade direta e materna de 0,016 e 0,035 para o primeiro parto, e 0,012 e de 0,017 para partos posteriores, a partir de modelos lineares. STEINBOCK et al. (2003) obtiveram herdabilidade direta e materna de 0,12 e 0,08, respectivamente, para a primeira parição de vacas Holandesas suecas. HANSEN et al. (2004) relataram herdabilidades direta e materna de 0,10 e 0,12, respectivamente, mas incluiu somente dados para vacas de primeira parição. Sendo assim, as herdabilidades calculadas neste estudo são intermediárias àquelas relatadas para a primeira parição *versus* partições posteriores, utilizando modelos de limiar (STEINBOCK et al., 2003; HANSEN et

al., 2004), mas são maiores do que aqueles calculados a partir de um subconjunto do atual dados usando um modelo linear (MEYER et al. 2001b).

Para analisar características de baixa freqüência, como é o caso da mortalidade pré-desmama para bovinos de corte é desejável utilizar modelos que levam diretamente em conta a natureza categórica dos dados, assim como é o caso do modelo limiar (threshold) (WRIGHT, 1934). O método empírico Baysiano infere sobre componentes de variância em um modelo limiar, como foi proposto por HARVILLE & MEE (1983). Este método se baseia em propriedades assintóticas e foi encontrado para dar inferências tendenciosas (HOESCHELE & GIANOLA, 1989; HOESCHELE & TIER, 1995). SORENSEN et al. (1995) mostrou que a inferência Bayesiana completa sobre a distribuição marginal de todos os parâmetros no modelo limiar pode ser realizada pelo uso de amostragem Gibbs (GEMAN & GEMAN, 1984), porém ainda há poucos estudos utilizando esta abordagem.

LUO (1999) utilizou essa abordagem para um modelo limiar de touro avô-materno, mas não teve sucesso com a análise, pois a variância do touro se manteve em zero. STEINBOCK et al. (2003) utilizou uma abordagem semelhante e encontrou herdabilidade em 0,12 e 0,08 para natimortos na primeira parição de vacas da raça Holandesa, na Suécia.

No estudo em propriedades leiteiras na Dinamarca, com animais da raça Holandesa, comparou-se as estimativas de herdabilidade direta e materna da população a partir do modelo Bayesiano *threshold* com amostragem de Gibbs e o modelo linear. Os resultados obtidos foram de 0,05 e 0,06 para herdabilidade direta e maternal, respectivamente, para o modelo linear e para o modelo limiar 0,15 para herdabilidade direta e 0,17 para herdabilidade materna (HANSEN et al., 2004).

### **3.3.3 Peso ao nascer**

Outra característica altamente ligada à sobrevivência do bezerro é o peso ao nascimento. Estimativas de herdabilidade para a mesma apresentam

magnitude de baixa a alta, com valores oscilando entre 0,07 e 0,80, e estimativas de repetibilidade entre 0,07 e 0,21, onde efeitos de raça, touro e ano têm sido normalmente relatados, suportando a hipótese de base genética para peso ao nascimento (BROWN & GALVEZ, 1969; OLIVEIRA & LOBÔ, 2000; ALENCAR, 1985; ALBUQUERQUE & MEYER, 2001).

O peso ao nascer também tem sido associada à mortalidade (CUNDIFF et al., 1982; MORRIS et al., 1986). O baixo peso ao nascimento é o principal fator responsável pela mortalidade pré-desmama e pelo baixo vigor (bezerros fracos, rejeitados pela mãe, que não haviam mamado ou com algum defeito físico) (SCHMIDEK et al., 2008). Por outro lado, bezerros com alto peso ao nascimento aumentam a incidência de partos com distocia e conseqüentemente a mortalidade, principalmente em vacas com 2 anos de idade (AZZAM, 1993). MCELHENNEY et al. (1985) observaram que a mortalidade pré-desmame de bezerros filhos de touros de raças grandes foi de 14,6% comparados com bezerros filhos de touros de média raça (4,7%). KOCH et al. (1982) também constatou aumento de mortalidade de bezerros em vacas de 2 anos de idade com a seleção para crescimento até a desmama ou até 1 ano de idade. O efeito da idade da vaca sobre a mortalidade neonatal foi discutido por HOHENBOKEN et al. (1987) e relataram estimativas que variam de 2,5-9,2% em bovinos adultos e 5,9-13,4% em novilhas (MARLOWE et al., 1984; MORRIS et al., 1986; PATTERSON et al., 1987; RAY et al., 1989).

O conhecimento de herdabilidades e correlações genéticas dos critérios de seleção têm importância fundamental na determinação do método de seleção e na predição do ganho genético para a população de interesse. Esses parâmetros genéticos dependem da frequência gênica e da variabilidade ambiental (FALCONER & MACKAY, 1996), sendo, portanto, variáveis em populações mantidas em ambientes diversos (KOOTTS et al., 1994).

Com base nestas informações, pode-se perceber a importância dos fatores genéticos e não genéticos na ocorrência de mortalidade de bezerros até a desmama, e os poucos estudos encontrados na literatura sobre este assunto. O enfoque nos estudos sobre este tema, além de contribuir com novos resultados,

pode resultar em melhoria de produtividade em sistemas de criação através da difusão de conhecimento.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL, G.A.; BERGER, P.J. Properties of threshold model predictions. **J. Anim. Sci.**, v. 77, p. 582-590, 1999.

ALBUQUERQUE, L.G.; MEYER, K. Estimates of direct and maternal genetic effects for weights from birth to 600 days of age in Nelore cattle. **J. Anim. Breed. Genet.** v. 118, p. 83-92, 2001.

ALENCAR, M.M. Parâmetros genéticos da viabilidade de bezerros em um rebanho Canchim. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 11, p. 681-694, 1982.

ALENCAR, M.M. Estudo da interação touro x época de nascimento em um rebanho Canchim. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 14, p. 224-234, 1985.

ALENCAR, M.M. Los cruzamientos para la producción de carne bovina. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE TRANSFERENCIA DE TECNOLÓGICA AGROPECUARIA, 5, 1997, Asunción. **Anais...** Asunción:CEA, p. 111-122, 1997.

AZZAM, M., Studies on reproductive efficiency of Bhagnari cattle, maintained at Govt. cattle farm Usta Muhammad Baluchistan. M. Sc. Thesis, Univ. Agric. Faisalabad (CVS Lahore), 1993.

BAILEY, C. M. E MOORE, J. D. Reproductive performance and birth characters of divergent breeds and crosses of beef cattle. **J. Anim. Sci.**, v. 50, n. 4, p. 645-652, 1980.

BELLOWS, R.A.; SHORT, R.E.; ANDERSON, D.C.; KNAPP, B.R.; PAHNISH, O.F.. Cause and effect relationships associated with calving difficulty and calf birth weight. **J. Anim. Sci.** 333:407, 1971.

BERGER, P. J.; CUBAS, A. C.; KOEHLER, K. J.; HEALEY, M. H. Factors affecting dystocia and early calf mortality in Angus cows and heifers. **J. Anim. Sci.**, v. 70, n. 6, p. 1775-1786, 1992.

BERNARDO, J. M.; SMITH, A. F. M. **Bayesian theory**. Chichester: Wiley, 1994.

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

BOURDON, R.; GOLDEN, B. [2000]. **EPD and economics determining the relative importance of traits**. Disponível em <[http://beef-mag.com/mag/beef\\_epds\\_economics\\_determining/index.html](http://beef-mag.com/mag/beef_epds_economics_determining/index.html)>. Acesso em: 18/12/2006.

BOX, G. E. P; TIAO, G. C. "Bayesian Inference in Statistical Analysis", Wiley Classics Library ed. Wiley-Interscience, 1992.

BRADFORD, G. E. The role of maternal effects in animal breeding: VI. Maternal effects in sheep. **J. Anim. Sci.**, v.35, n. 6, p. 1324-1334, 1972.

BROWN, C.J.; GALVEZ, V. Maternal and other effects on birth weight of beef cattle. **J. Anim. Sci.** 128:162. 1969.

BURFENING, P. J.; KRESS, D. D.; FRIEDRICH, R. L.; VANIMAN, D. Calving ease and growth rate of Simmental sired calves. II. Genetic parameters estimates. **J. Anim. Sci.**, v. 46, n. 4, p. 930-936, 1978.

CARDELINO, R.; ROVIRA, J. **Mejoramiento genético animal**. Montevideo, 1988. 253p.

COELHO, S.G. Criação de Bezerros. **II Simpósio Mineiro de Buiatria**, Belo Horizonte-Minas Gerais, 2005.

CROMBERG, W.U.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Mamando logo, para fazer crescer a receita. In: **ANUALPEC**: anuário da pecuária brasileira. São Paulo. FNP, 1997.

CUBAS, A.C.; BERGER, P.J.; HEALEY, M.H. Genetic parameters for calving ease and survival at birth in angus field data. **J. Anim. Sci.**, v. 69, p. 3952-3958, 1991.

CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; KOCH, R.M. Selection for increased survival from birth to weaning. Proc. 2nd World Congr. on Genet. **Appl. to Livest. Prod.** **5: 300 - 310.** 1982.

CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; KOCH, R.M. Germplasm evaluation in beef cattle-cycle IV: birth and weaning traits. **J. Anim. Sci.**, v. 76, p. 2528-2535, 1998.

CUNDIFF, L. V.; MACNEIL, M. D.; GREGORY, K. E.; KOCH, R. M. Between- and within-breed genetic analysis of calving traits and survival to weaning in beef cattle. **J. Anim. Sci.**, v. 63, p. 27-33, 1986.

DEMPSTER, E.R.; LERNER, I.M.. Heritability of threshold characters.Genetic parameters. **Acta Agric. Scand.** v. 35, p. 212-236, 1950.

EDWARDS, S.A.; BROOM, D. Behavioural interactions of dairv cows with their newborn calves and the effects of parity. **Animal Behavior**, v.30, p.525-535, 1982.

ERF, D.F.; HANSEN, L.B.; NIETZEL, R.R. Inheritance of calf mortality for Brown Swiss cattle. **J. Dairy Sci.**, v. 73, p. 1130-1134, 1990.

FALCONER, D. S; MACKAY T. F. C. **Introduction to quantitative genetics.** 4th edn. Longman, New York, 464 pp, 1996.

FROIS, M.C.M.; VIEGAS, D.M. Tendência histórica de coeficientes de mortalidade de bezerros em Minas Gerais, 1960 a 1985. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.46, n.6, p.741-747, 1994.

GEMAN, S.; GEMAN. D. Stochastic relaxation, Gibbs distributions, and the Bayesian restoration of images. **IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intelligence**, v. 6, p. 721-741, 1984.

GEVREKC, I.Y.; CHANG, Y.M.; KIZILKAYA, K.; GIANOLA, D.; WEIGEL, K.A.; AKBAS, Y. Bayesian inference for calving ease and stillbirth in Holsteins using a

bivariate threshold sire-maternal grandsire model. **8th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.**, Belo Horizonte, Brazil, 2006.

GILMOUR, A.R. The ASReml discussion group. 2007. Disponível em <<https://gatekeeper.dpi.nsw.gov.au/Listserv/archives/asreml-l.html>>. Acesso em: 26/08/2008.

GOYACHE, F.; GUTIÉRREZ, J.P.; ALVAREZ, I.; FERNÁNDEZ, I.; ROYO, L.J.; GÓMEZ, E. Genetic analysis of calf survival at different preweaning ages in beef cattle. **Livest. Prod. Sci.**, v. 83, p. 13-20, 2003.

GREGORY, K. E., L. V. CUNDIFF, G. M. SMITH, D. B. LASTER AND H. A. PITZHUGH, JR. Characterization of biological types of cattle - Cycle n: L Birth and weaning aaits. **J. Anim. Sci.** 47:1022. 1978.

HANSEN, M.; MADSEN, P.; JENSEN, J.; PEDERSEN, J.; CHRISTENSEN, L. G. Genetic Parameters of Postnatal Mortality in Danish Holstein Calves. **J. Dairy Sci.**, v. 86, p. 1807-1817, 2004.

HARVILLE, D.A.; MEE, R.W. A mixed-model procedure for analyzing ordered categorical data. *Biometrics*, v. 40, p. 393-408, 1983.

HOESCHELE, I.; TIER, B. Estimation of variance components of threshold characters by marginal posterior modes and means via Gibbs sampling. **Genet. Sel. Evol.** v. 27, p. 519-540, 1995.

HOESCHELE, I.; GIANOLA, D. Bayesian versus maximum likelihood methods for sire evaluation with categorical data. **J. Dairy Sci.** v. 72, p. 1569-1577, 1989.

HOHENBOKEN, W.D; SEIFERT, G.W.; ASPDEN, W.J. Genetic and environmental influences on offspring sex ratio and neonatal survival in *Bos indicus* x *Bos taurus* cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics.** v. 104, Issue 1-5, p. 309-316, 1987.

JAMROZIK, J.; FATEHI, J.; KISTEMAKER, G.J.; SCHAEFFER, L.R. Estimates of genetic parameters for Canadian Holstein female reproduction traits. **J. Dairy Sci.** v. 88, p. 2199-2208, 2005.

KOCH, R.M.; GREGORY, K.E., CUNDIFF, L.V. Critical analysis of selection methods and experiments in beef cattle and consequences upon selection programs applied. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 2. Madrid. **Proceedings....** Madrid: WCGALP, 1982. v.5, p.514-526. 1982

KOCH, R. M.; CUNDIFF, L. V.; GREGORY, K. E. Heterosis and breed effects on reproduction. In: FIELDS, M. J.; SAND, R. S. (Ed.). **Factors affecting calf crop.** Boca Raton, CRC Press, Cap. 16, p. 223-241. 1994.

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

LASTER, D.B.; GREGORY, K.E. Factors influencing peri- and early postnatal calf mortality. **J. Anim. Sci.** v. 37, p. 1083 - 1092, 1973.

LUO, M.F. Bayesian inference for calving ease and stillbirth in dairy cattle. Ph.D. Diss. Univ. Guelph, Canada, 1999.

MACHADO NETO, R.; PACKER, I. U.; BONILHA, L. M.; FIGUEIREDO, L. A.; RAZZOK, A. G.; CÂNDIDO, J. G. Concentração de IgG sérica em bezerros das raças Nelore, Guzerá, Gir e Caracu: 2. Efeitos sobre crescimento e mortalidade até a desmama. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 5, p. 920-923, set./out. 1997.

MARLOWE, T.J.; NOTTER, D.R.; BROWN, R.A.; TOLLEY, E.A. Sire breed effects in matings with Angus cows: I. Fertility, calf survival and performance to 18 months. **J. Anim. Sci.** 59:11 - 22. 1984.

MARTINEZ, M. L.; FREEMAN, A. E.; BERGER, P. J. Genetic relationship between calf livability and calving difficulty of Holsteins. **J. Dairy Sci.**, v. 66, p. 1494-1502, 1983.

MASCIOLI, A.S.; TALHARI, F.M.; ALENCAR, M.M. et al. Correlações genéticas entre características reprodutivas e de crescimento de fêmeas da raça Canchim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 2000, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999. p.156.

MCELHENNEY, W. H., C. R LONG, J. P. BAKER AND T. C. M G H T . Production characters of firstgemtion cows of a five-breed diallel: Reproduction of young cows and preweaning performance of inter se calves. **J. Anim. Sci.** 6155. 1985.

MELTON, B.E. Conception to consumption: The economics of genetic improvement. Proc. **Beef Improvement Federation 27<sup>th</sup> Research Symposium and Annual Meeting**, v.5 p. 40-71, 1995.

MENNISIER, F.; FOULLEY, J.L. Present situation of calving problems in the E.E.C. Incidence of calving difficulties and early calf mortality in the beef herds. E.E.C. Seminar on Calving Problems and Early Viability of the Calf, Freising, Germany Station de Genetique Quantitative et Appliquee Centre National de Reserches. INRA, v.6 p21. 1977.

MEYER, C.L.; BERGER, P.J.; KOEHLER, K.J.; THOMPSON, J.R.; SATTLER, C.G. Phenotypic trends in incidence of stillbirth for Holsteins in the United States. **J. Dairy Sci.** v. 84, p. 515-523, 2001a.

MEYER, C.L.; BERGER, P.J.; THOMPSON, J.R.; SATTLER, C.G. Genetic evaluation of Holstein sires and maternal grandsires in the United States for perinatal survival. **J. Dairy Sci.** v. 84, p. 1246-1254, 2001b.

MORRIS, C.A.; BENNETT, G.L.; BAKER, R.L.; CARTER, A.H. Birth weight, dystocia and calf mortality in some New Zealand beef breeding herds. **J. Anim. Sci.** v. 62, p. 298 - 327, 1986.

NIELSEN, L.A.H.; GLACIUS, A.; FOGH, A.; SKJOTH, F. Dodelighed hos kalve af malkerace. Rep. no. 102. Danish Cattle, Udkarsvej 15, Aarhus, Denmark. **J. Dairy Sci.** v. 83, p. 126-132. 2002.

NISKANEN, J.; JUGA, J. Calving difficulties and calf mortality in Finnish dairy cattle population. Proc. International Workshop on Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle; Fertility and Reproduction, Grub, Germany, November, Interbull Bull. v. 18, p. 17-20, 1998.

NOTTER, D.R.; CUNDIFF, L.V.; SMITH, G.M.; LASTER, D.B.; GREGORY, K.E. Characterization of biological types of cattle. VI. Transmitted and maternal effects on birth and survival traits in progeny of young cows. **J. Anim. Sci.**, v. 46, n. 4, p. 892-907, 1978.

NOWAK, R.; LINDSAY, D.R. Early discrimination of the mother in sheep: important for survival? **Applied Animal Behaviour Science**, v. 34, p. 61-74, 1992.

O'HAGAN, A. **Bayesian Inference**, Volume 2b. Edward Arnold, Cambridge, 1994.

OLESEN, I.A.; GROEN, F.; GJERDE, B. Definition of animal breeding goals for sustainable production systems. **J. Anim. Sci.** v. 78, p. 570-582, 2000.

OLIVEIRA, H.N.; LÔBO, R.B; PEREIRA, C.S. Comparação de modelos não-lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça guzerá. **Pesq. agropec. bras.**, v. 35, p. 1843-1851, 2000.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; CROMBERG, V.U. Relações materno-filiais em bovinos de corte nas primeiras horas após o parto. In: PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; CROMBERG, V.U. (Ed). **Comportamento materno em mamíferos: bases teóricas e aplicações aos ruminantes domésticos**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Etologia, 1998. p. 215-236.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; SCHMIDEK, A.; ALBUQUERQUE, L.G. DE; TOLEDO, L.M.; MERCADANTE, M.E.Z. Genetic and environmental factors related to the calf vigor and maternal quality for Nelore breed. In: 38th INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR APLIED ETHOLOGY, **Anais....** v. 38, p. 140 - 165, 2004.

PATTERSON, D.J.; BELLOWS, R.A.; BURFENING, P.J.; CAM, J.B.. Occurrence of neonatal and postnatal mortality in range beef cattle. I. Calf loss incidence from birth to weaning, backward and breech presentations and effects of calf loss on subsequent pregnancy rate of dams. **Therigenology**, v. 28, p. 557 - 570, 1987.

PHILIPSSON, J. Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breeds III. Genetic parameters. **Acta Agric. Scand.** v. 26, p. 211-220, 1976.

RAMIREZ-VALVERDE, R; MISZTAL, I.; BERTRAND, J.K. Comparison of threshold vs linear and animal vs sire models for predicting direct and maternal genetic effects on calving difficulty in beef cattle. **J. Anim. Sci.**, v. 79, p. 333-338, 2001.

RAY, D.E.; ITULYA, S.B.; ROUBICEK, C.B.; BENSON, C.R. Pregnancy rate, calf mortality and calving ate in unsupplemented Hereford range cows. **Livest. Prod. Sci.**, v. 23, p. 305-315, 1989.

REYNOLDS, W.L.; DEROUEN, T.M.; MOIN, S.; KOONCE, K.L. Factors influencing gestation length, birth weight and calf survival of Angus, zebu and zebu cross beef cattle. **J. Anim. Sci.**, v. 51, p. 860-867, 1980.

RILEY, D.G.; CHASE Jr., C.C.; OLSON, T.A.; COLEMAN, S.W.; HAMMOND, A.C. Genetic and nongenetic influences on vigor at birth and preweaning mortality of purebred and high percentage Brahman calves. **J. Anim. Sci.**, v. 82, p. 1581-1588, 2004.

ROY, J.H.B. Management of health. In: ROY, J.H.B. (Ed.) **The calf**. 5.ed. England: Butterworths, 1990. v.1, 258p.

ROWAN, K.J.; JOSEY, M.J. Birth weigets and survival to weaning of calves from hereford dams sired by hereford, braeman, boran and tuli. University of Queensland Gatton College Jawes, Q 4343. **Proc. Aust. Assoc. Anim. Breed. Genet.** v. 11, p 23. 1994.

SCHMIDEK A, **Análise de fatores genéticos e ambientais relacionados a características de vigor e qualidade materna, para as raças Nelore e Guzerá**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, Brasil. 2003

SCHMIDEK, A. **Variabilidade genética e não genética na mortalidade pré-desmama de bezerros de corte**. 84p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

SCHMIDEK, A.; MERCADANTE, M.E.Z.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A. DE. Falha na primeira mamada em bezerros Guzerá: fatores predisponentes e parâmetros genéticos. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 37, p. 998-1004, 2008.

SCHMIDEK, A.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; TOLEDO, L.M. DE. Mortalidade até a desmama em bovinos das raças Nelore e Guzerá: Efeitos de Raça, Comportamento e Morfologia dos Tetos. In: XXII Encontro Anual de Etologia.

Comportamento e Desenvolvimento Sustentável, 22, 2004, Campo Grande, **Anais...** Campo Grande, 2004.

SCHMIDEK, A.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; MERCADANTE, M.E.Z. The effect of newborn calves vigour in their mortality probability. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY OF APPLIED ETHOLOGY, 40., 2006, Bristol. **Proceedings...** Bristol: Society of Applied Ethology, p. 221, 2006.

SMITH, G.C.; DUTSON, T.R.; HOSTETLER, R.L.; CARPENTER, Z.L. Fatness, rate of chilling and tenderness of lamb. **J. Food Sci.** v. 41, p. 748, 1976.

SMITH, G. M. Factors affecting birth weight, dystocia and preweaning survival in sheep. **J. Anim. Sci.**, v. 44, p. 745-753, 1977.

SORENSEN, D.; ANDERSEN, S.; GIANOLA, D.; ORSGAARD, I. Bayesian inference in threshold models using Gibbs sampling. **Genet. Sel. Evol.** v. 27, p. 229-249, 1995.

SOUZA, J.C.; SILVA, L.O.C.; MALHADO, C.H.M. Influência da idade da vaca e correlação genética para pesos de bezerros raça Guzerá, criados nos estados de Minas Gerais e Goiás. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, p. 37, 2000. **Anais...** Viçosa. 2000.

STEINBOCK, L.; NASHOLM, A.; BERGLUND, B.; JOHANSSON, K.; PHILIPSSON, J. Genetic effects on stillbirth and calving difficulty. **J. Dairy Sci.** v. 86, p. 2228-2235, 2003.

TOLEDO, L.M. **Fatores intervenientes no comportamento de vacas e bezerros do parto até a primeira mamada.** 2005 p79. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

UGARTE, B.J. Crianza de terneros. Cap.VII. In: Fernandez-Baca, S. (ed), *Avances en la Producción de Leche y Carne en el Trópico Americano* (FAO, Santiago de Chile), p. 263-306, 1992.

VAN VLECK, L.D. Estimation of heritability of threshold characters. **J. Dairy Sci.**, v. 55, p. 218-225, 1972.

VISSCHER, P.M.; GODDARD, M.E.; Fixed and random contemporary groups. **J. Dairy Sci.**, v. 76, p. 1444-1454, 1993.

WELLER, J.I.; MISZTAL, I.; GIANOLA, D. Genetic analysis of dystocia and calf mortality in Israeli-Holsteins by threshold and linear models. **J. Dairy Sci.**, v. 71, p. 2491-2501, 1988.

WRIGHT, S. An analysis of variability in number of digits in an inbred strain of guinea pigs. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 19, p. 506-536, 1934.

ZANETTI, M.A.; LUCCI, C.S.; LOBO, R.B. Duração do período de absorção de imunoglobulinas do colostro por bezerros recém-nascidos. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, v. 11, p. 612-622, 1982.

## CAPÍTULO 2. VARIABILIDADE GENÉTICA PARA A MORTALIDADE PRÉ E PÓS-NATAL DE BEZERROS DA RAÇA NELORE

**Resumo** – Esta pesquisa teve como objetivo estimar parâmetros genéticos para mortalidade pré (Mpre) e pós-natal (Mpos) em bovinos da raça Nelore. Os dados analisados foram provenientes de fêmeas nascidas entre 1984 e 1995, pertencentes à Agropecuária Jacarezinho Ltda, localizada no município de Valparaíso. As variáveis Mpre e Mpos se caracterizam por expressão binária, considerando-se duas condições, para Mpre: 1= sucesso, para os bezerros que conseguiram nascer e 0= falha, para bezerros que não conseguiram chegar ao final da gestação; e para Mpos: 1= sucesso, para bezerros que estavam presentes na desmama e 0= falha, para os que apresentaram peso ao nascer (PN), mas não conseguiram sobreviver até a desmama. O grupo contemporâneo (GC) foi considerado como efeito aleatório no modelo. Para Mpre o GC foi definido como: ano e fazenda no início da estação de monta, ano e fazenda de nascimento da vaca e estação de monta. Como efeito fixo foi considerado a idade da fêmea ao início da estação de monta em classes (variando de 1 a 13 anos). Para Mpos o GC foi definido como: bezerros do mesmo sexo, fêmeas nascidas e paridas na mesma fazenda e ano e grupo de manejo ao nascimento das fêmeas, foram considerados como efeitos fixos a idade da vaca ao parto em classes (variando de 2 a 9 anos), e como covariável o PN do bezerro (efeito linear e quadrático). Os componentes de variância foram estimados em análise unicaracterística utilizando-se a inferência Bayesiana pelo programa THRGIBBS1F90. Os intervalos de amostragem foram pelo pacote estatístico “BOA” (“Bayesian Output Analysis”), do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM). A taxa de Mpre, encontrada no conjunto de dados foi de 2,0% e a estimativa de herdabilidade direta para Mpre, com base na característica da fêmea foi de magnitude moderada (0,22), o que indica ganho genético moderado na população e boas perspectivas de resposta à seleção; as estimativas de herdabilidades, baseadas na característica do bezerro, tanto direta (0,01) como materna total (0,01) apresentaram valores baixos e poucas chances de serem alteradas por meio de seleção. Para Mpos, a taxa encontrada no conjunto de dados foi de 0,8% e tanto a estimativa de herdabilidade direta com base na característica da fêmea (0,06), quanto às estimativas para herdabilidade direta (0,05) e materna total (0,04) encontradas com base na característica do bezerro apresentaram valores de baixa magnitude e não apresentaram diferenças entre os modelos analisados indicando que a resposta a seleção será baixa e de longo prazo. Logo, a partir destes resultados, podemos concluir que a característica Mpre pode ser utilizada como critério de seleção contra esta característica, quando avaliada pelo modelo touro com base nas características da fêmea.

**Palavras-chaves:** bezerros, herdabilidade, mortalidade.

## CHAPTER 2 – GENETIC VARIABILITY FOR STILLBIRTH AND POSTNATAL MORTALITY OF NELORE CATTLE

**Summary** – The aims of this research were to increase the knowledge about genetic variability of stillbirth (Mpre) and postnatal mortality (Mpos) in Nelore cattle through estimates of the genetic parameters for these traits. Mpre and Mpos were assessed as a cow and calf traits, and sire and animal model were compared. Datasets were obtained from females born between 1984 and 1995 on the Agropecuaria Jacarezinho Ltda. Mpre and Mpos are characteristics of binary expression, considering, for Mpre: 1= success, for calves that could be born, and failure (0), for those failed to reach in the end of pregnancy. For Mpos: success (1) for calves those were present at weaning, and failure (0): for those who had birth weight (PN), but did not survive weaning. The contemporary group (CG) was considered as the random effect in the model. For Mpre the GC was defined by year and farm at start of the breeding season of the cow, year and farm of birth of the cow and breeding season; the fixed effect was the age of the cow at beginning of breeding season (in classes, ranging from 1-13 years). For Mpos the GC was defined by calves of the same sex, cows that were born and calved on the same farm, year and handling group at calving; the fixed effects was age of calving (in classes, ranging 2-9 years) and, as covariable, the PN of calf (linear and quadratic). Variance components were estimated in univariate analysis using the Bayesian inference by the program THRGIBBS1F90. The sampling intervals were defined by statistical package “BOA” (Bayesian Output Analysis) included in program R (R Development Core Team, 2008). The rate of Mpre found in the dataset was 2.0%. The estimate of direct heritability for Mpre, based on the female’s traits was moderate (0.22), indicating moderate genetic gain in the population and good prospects for selection response. Estimates of direct heritability (0.01) and maternal total (0.01) obtained for total Mpre, based on the calf’s traits, indicating that this trait is unlikely to be changed by selection, and the expected response will be low and long-term. The rates for Mpos found in the data set was 0.8% and estimates of heritability were 0.06, 0.05 and 0.04 for direct heritability based on the traits’ female, total direct and maternal heritability based on the calf’s traits, respectively. These results indicate low values, showing no differences between the models used and the response to selection will be low and long-term. Therefore, Mpre when evaluated by sire model, based on the female’s traits, may be used as a criterion for selection, because it indicates moderate chance to be improve by selection.

**Keywords:** calves, heritability, mortality.

## 1. INTRODUÇÃO

As taxas de morbidade e de mortalidade são bons indicadores para avaliar a condição do bem-estar de bezerros, associada à doença e falta de cuidados (MENCH & MASON, 1997; TERLOUW et al., 1997), sendo que um dos indicadores mais importantes do estado de saúde dos animais em fazendas de criação é taxa de mortalidade, especialmente quando considerados bezerros durante os primeiros seis meses de vida (ORTIZ - PELAEZ et. al., 2008).

Vários estudos relataram um aumento contínuo na freqüência de natimortos ao longo das últimas décadas, em muitos países, nos EUA, por exemplo, este problema causa prejuízos econômicos de cerca de 125 milhões de dólares por ano (ORTIZ - PELAEZ et al., 2008). Portanto, o esclarecimento das causas e dos fatores de risco de aumento da taxa de mortalidade neonatal é de especial interesse. A mortalidade de bezerros até a desmama em rebanhos brasileiros varia entre 4 e 6% (ZIMMER & EUCLIDES FILHO, 1997).

A sobrevivência pré-desmama está negativamente influenciada por fatores ambientais, bem como outros ligados às vacas (mães) e aos próprios bezerros, sendo que a combinação destes fatores pode estar associada em algum grau com aspectos genéticos (LASTER & GREGORY, 1973; RAY et al., 1989; SCHMIDEK et al., 2004).

Estudos relataram estimativas de herdabilidade para a sobrevivência de bezerros, para várias idades, como baixa, variando de 0,01 a 0,09 (CUNDIFF et al., 1986; KOOTS et al., 1994). Outras pesquisas, considerando várias raças, reportaram herdabilidade de 0,09 para o período pré-natal e 0,04 para o período pré-desmama (CUNDIFF et. al., 1998). No entanto, esses resultados foram obtidos para a sobrevivência pré-natal ou a natimortos em rebanhos leiteiros. Com bovinos de corte, KOOTS et al. (1994) fizeram uma revisão da literatura e encontraram uma média do efeito direto da mortalidade pré-natal de 0,11 e 0,16 para múltiparas e novilhas, respectivamente.

Há tendências de maior herdabilidade para mortalidade em intervalos mais próximos ao nascimento, em comparação ao período do nascimento a desmama.

ALENCAR (1982) relatou herdabilidade de 0,21 a 0,26 para a mortalidade pré-natal comparado a 0,20 para mortalidade pré-desmama. SCHMIDEK (2009), em um estudo com mortalidade pré-desmama com bezerros da raça Nelore, encontrou estimativas de herdabilidade para a mortalidade ao nascimento de  $0,27 \pm 0,11$ ; esta estimativa de herdabilidade indica a possibilidade de utilizar a seleção visando reduzir a taxa de mortalidade do rebanho.

Tendo em vista a busca pela redução da mortalidade de bezerros nas criações comerciais e a falta de informações conclusivas sobre o papel de componentes genéticos para esta característica, é necessário ampliar os estudos sobre este tema, abordando a estimativa de parâmetros genéticos da mortalidade pré-desmama e analisando a possibilidade de incluir esta característica em programas de melhoramento genético de rebanhos.

## **2. OBJETIVOS**

O presente estudo tem como objetivos:

- Estimar parâmetros genéticos para mortalidade pré e pós-natal em animais da raça Nelore;
- Avaliar a mortalidade pré e pós-natal como característica da vaca utilizando o modelo touro;
- Avaliar mortalidade pré e pós-natal como característica do bezerro, utilizando o modelo animal.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Dados e manejo dos animais**

Os dados analisados foram provenientes de fêmeas nascidas entre 1984 e 1995, pertencentes à Agropecuária Jacarezinho Ltda, fazenda localizada na região

Nordeste do estado de São Paulo, no município de Valparaíso (latitude 21° 8' 39" Sul e longitude 50 ° 53' 50" Oeste). Esta propriedade possui um rebanho de 10.000 matrizes e produção de 8.000 bezerros desmamados por ano e tem como atividade principal a venda de reprodutores jovens e animais para abate.

No programa de melhoramento desenvolvido pela Agropecuária Jacarezinho, são utilizadas como critérios de seleção características de crescimento, terminação e precocidade sexual. Os animais são pesados ao nascimento, desmama (205 dias de idade) e ao sobreano (550 dias de idade).

O manejo alimentar é somente a pastos de alta qualidade, com uso de sal mineral à vontade. São utilizadas duas estações de monta por ano. A primeira, considerada estação de monta de verão (mais usual), que ocorre a partir da primeira quinzena de novembro e termina em janeiro; neste caso as vacas múltiparas são expostas durante os 90 dias, e as novilhas (com idade média de 24 meses), por 60 dias, sendo que ambas as categorias são expostas tanto em lotes de Inseminação Artificial (IA) como em Monta Controlada e Reprodutores Múltiplos com relação touro:vaca de 1:50. Na segunda estação de monta, no outono, é utilizada como ferramenta de seleção para precocidade sexual somente as fêmeas de 15 a 17 meses são expostas, com início em fevereiro e término em abril, totalizando apenas 70 dias.

Para ambas as estações, o diagnóstico da gestação é realizado após 60 dias do término da estação de monta. Os critérios de descarte de fêmeas no rebanho são: falha reprodutiva até os dois anos de idade, falha da vaca em um ano, baixa avaliação de desempenho em progênie e uma pequena porcentagem, por sanidade.

As épocas de nascimento dos bezerros se concentram de agosto a outubro e de novembro a janeiro, e os mesmos são mantidos com suas mães até o sétimo mês de idade. As fêmeas próximas a data provável de parição são levadas aos piquetes maternidade. Após o parto, os bezerros, separados por sexo e idade, e as respectivas mães, são transferidos para outra pastagem, e permanecem juntos até o desmame, formando-se o grupo de manejo a desmama, com **média** de 110 animais. Aproximadamente aos sete meses, os bezerros são desmamados e

alguns reagrupados, permanecendo juntos até aproximadamente 18 meses de idade. Para a formação dos arquivos de análises, foram consideradas todas as fêmeas pesadas ao sobreano, observando-se a ocorrência de parição e idade da ocorrência.

### 3.3 Características analisadas

As mortalidades pré-natal (Mpre) e pós-natal (Mpos) se caracterizam por expressão binária, sendo considerado para Mpre: sucesso (1), para os bezerros que conseguiram nascer, e falha (0), para aqueles que não conseguiram chegar ao final da gestação, a partir de diagnosticada de prenhez. Para a mortalidade pós-natal: sucesso (1), para bezerros que estavam presentes na desmama, e falha (0), para os que apresentaram peso ao nascer (PN), mas não conseguiram sobreviver até o dia da desmama. Tanto a característica Mpre quanto a Mpos foram analisadas baseadas na característica da mãe e do bezerro, para os modelos touro e animal.

Nas análises pré-liminares tanto Mpre quanto Mpos foram analisadas utilizando o procedimento GENMOD (SAS, 2000), assumindo distribuição binomial dos dados, com função de ligação probit (SAS Inst., Inc., Cary, NC) a uma distribuição adjacente normal. As probabilidades de Mpre=1 e Mpos=1 são dadas por  $\Phi^{-1}$ , em que  $\Phi$  é a função de distribuição normal acumulada. Razões entre as chances de sucesso (*odds ratios*) foram calculadas de modo a obter informação sobre o risco relativo da ocorrência de mortalidade até a desmama que foram significativos ( $P < 0,01$ ). As razões entre as chances foram construídas em relação as primíparas e múltiparas.

### 3.3 Estrutura dos dados

O arquivo de pedigree continha 180.991 animais e a matriz de parentesco

foi montada com 890 touros e 52.625 mães para o modelo animal. Para o modelo touro a matriz de parentesco foi montada com 861 touros. A princípio, para avaliação entre as estimativas de parâmetros utilizaríamos o modelo touro avô-materno, no entanto, a estrutura de dados não permitiu a utilização deste modelo, pois a matriz de parentesco seria montada com 861 touros, 22 pais de touros e 10 avôs maternos, representando um número baixo para as análises pelo fato de contabilizar apenas os touros que permaneceram na fazenda. Em estudo prévio, tanto o modelo touro quanto o modelo animal foram analisados baseados nas características de fêmeas e bezerros, no entanto, foram utilizados apenas os modelos que apresentaram convergência, de acordo com a estrutura do banco de dados, sendo eles: modelo touro, baseado na característica da fêmea e modelo animal, baseado na característica do bezerro.

Para Mpre após a consistência dos dados foram mantidos 69.905 animais da raça Nelore, filhos de 659 touros e 31.883 vacas. Para Mpos foram mantidos 56.967 animais, filhos de 628 touros e 17.133 vacas (Tabela 2)..

A Tabela 1 apresenta a estrutura de dados descritivos do rebanho usados para estimar parâmetros genéticos desta população em estudo.

Tabela 1. Resumo de dados descritivos do rebanho. Utilizado para a estrutura de dados usados para a estimação de parâmetros genéticos para as mortalidades pré e pós-natal de bezerros da raça Nelore.

<i>Característica</i>	<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>N° Touros</i>
RP	2.536	0,83	0,38	193
RN	13.707	0,68	0,47	362
RA	16.249	0,71	0,63	365
PS (kg)	62.626	276,37	44,765	514
PE (cm)	13.300	26,91	3,01	357

N = número de observações; DP = desvio-padrão; RP= re-concepção de fêmeas sexualmente precoces; RN = re-concepção de fêmeas acasaladas em estação de monta normal, aos 24 meses; RA = re-concepção de fêmeas precoces e não precoces; PS = peso ao sobreano; PE = perímetro escrotal.

Na Tabela 2 está apresentada a descrição dos arquivos de dados para ambas as características.

Tabela 2. Descrição do arquivo de dados para a característica mortalidade pré e pós-natal em animais Nelore, para o Grupo Contemporâneo (GC) como efeito aleatório.

<i>Característica*</i>	<i>Nº Observações</i>	<i>Mpp (%)</i>	<i>Nº Touros</i>	<i>Nº Vacas</i>	<i>Nº GC</i>
Mpre	69.905	2,0 %	659	31.883	69
Mpos	56.967	13,5 %	628	17.133	584

\*Característica = característica para a mortalidade pré-natal e pós-natal, \*\*Mpp = porcentagem de bezerros mortos na população.

### 3.4 Análises estatísticas

Para a consistência dos dados o grupo contemporâneo (GC) foi considerado como efeito aleatório no modelo. O efeito aleatório para o GC foi considerado, com o intuito de incluir grupos que não apresentam variação na característica (MISTZAL et al., 1989). Com isso, o número de observações aumentou de forma expressiva, sendo que quando o GC foi mantido como fixo o número de observações era de 12.166 observações, quando o GC foi estabelecido como aleatório o número de observações aumentou para 60.00 observações, em média.

Para a Mpre o GC foi definido como: ano e fazenda no início da estação de monta, ano e fazenda de nascimento da vaca, estação de monta, diferenciado entre estação das águas e da seca (sendo que o período das águas foi categorizado mês a mês, e no período seco foram agrupados todos os meses). Como efeito fixo foi considerada a idade da fêmea no início da estação de monta em classes (variando de 1 a 13 anos). Foi feito este agrupamento devido ao número de mortes ser maior no período das águas, sendo assim o estudo mês a mês seria mais informativo. A frequência de mortalidade encontrada após a consistência de dados para Mpre foi de 2,0%.

A princípio para Mpos o GC foi definido como: bezerros do mesmo sexo, fêmeas nascidas e paridas na mesma fazenda e ano e grupo de manejo ao nascimento das fêmeas. O modelo considerou como efeitos fixos a idade da vaca ao parto em classes (variando de 2 a 9 anos), e como covariável o peso ao

nascimento (PN) do bezerro (efeito linear e quadrático). No entanto, a frequência de mortalidade encontrada, após a consistência, foi de 0,8%, valor muito baixo e que provavelmente não espelha a realidade.

Analisando os dados novamente, podemos perceber que o fato da fazenda em estudo não registrar sistematicamente o grupo de manejo no qual o bezerro morreu pode ter gerado informação subestimada deste parâmetro. Assim, o grupo de manejo foi excluído do GC, resultando em Mpos igual a 13,5% que, apesar de alto, se caracteriza como um valor mais coerente.

No entanto, para estimação de parâmetros, a formação de GC sem o grupo de manejo gera muitas inconsistências no banco de dados, logo para efeito de estudo genético a frequência de Mpos considerada foi a de 0,8%, uma vez que grande parte dos dados de vacas que perderam seus bezerros foi excluída das análises.

Para ambas as características, os efeitos genéticos aditivos diretos foram incluídos no modelo touro e no modelo animal além do efeito genético aditivo direto foram incluídos também os efeitos genéticos maternos, GC com menos de quatro medidas foram descartados.

### 3.4.1 Mortalidade pré e pós-natal, com base na característica da fêmea

Para estimar os parâmetros genéticos para Mpre e Mpos, baseados na característica da fêmea, foi utilizado o modelo touro. Em notação matricial o modelo completo (PEREIRA, 2001) para Mpre e Mpos avaliadas como característica da fêmea pode ser assim apresentado:

$$y = X + Zu + Wc + e$$

onde  $y, u, c, e$  são nesta ordem um vetor de efeitos fixos, genético direto, grupo contemporâneo e residual;  $X, Z, W$  são respectivamente as matrizes de incidência referentes aos efeitos fixos, aleatório genético direto, e grupo

contemporâneo. Estabeleceu-se "a priori" para uma distribuição uniforme, que reflete um conhecimento prévio vago sobre este vetor; para os efeitos aleatórios distribuições gaussianas e; para os componentes de variância utilizou-se a distribuição Wishart invertida, que em caso univariado corresponde a uma distribuição qui-quadrada invertida (VAN TASSEL & VAN VELCK, 1996):

$$\begin{aligned}
 b &\propto \text{constante} \\
 a | G &\sim NMV[0, (G \otimes A)] \\
 c | C &\sim NMV[0, (C \otimes I_n)] \\
 c | C &\sim NMV[0, (C \otimes I_n)] \\
 G | S_g, v_g &\sim IW[S_g v_g, v_g] \\
 C | S_c v_c &\sim IW[S_c v_c, v_c] \\
 R | S_r, v_r &\sim IW[S_r v_r, v_r]
 \end{aligned}$$

onde  $A, G, C, R, I_n$  são nesta ordem as matrizes de parentesco, variâncias de efeitos genéticos do touro, grupo contemporâneo, residual e identidade;  $\otimes$  é o operador do produto Kronecker; em que,  $S_g$  e  $V_g$ ; e;  $S_r$  e  $V_r$  são os valores "a priori" e graus de liberdade para as variâncias aditivas diretas, grupo contemporâneo e residual, nesta ordem.

Estimativas de variância total foram computadas como a soma das variâncias de touro, grupo contemporâneo e resíduo, e a herdabilidade (característica da fêmea), estimada como:  $h^2 = 4 * Var_{\text{touro}} / Var_{\text{total}}$ , em que  $Var_{\text{touro}}$  é componente de variância genética do touro e  $Var_{\text{total}}$  o de variância fenotípica total, supondo que todos são meio-irmãos paternos, de acordo com WELLER et al. (1988).

Os componentes de variância foram estimados em análise unicaracterística por modelo touro, utilizando-se a inferência Bayesiana (GIANOLA & FOULLEY,

1982; GIANOLA & FERNANDO, 1986; VAN TASSEN & VAN VLECK, 1996). Foi utilizado o programa THRGIBBS1F90, desenvolvido por MISZTAL et al. (2002), que foi escrito em linguagem FORTRAN 90 e utiliza inferência Bayesiana pelo algoritmo da amostragem de Gibbs.

Para os valores *a priori* das variâncias aditivas e residuais foi utilizada a distribuição não informativa ou “flat” (não refletindo conhecimento prévio do parâmetro), que o programa transforma em uma distribuição imprópria. Foi assumindo uma distribuição uniforme *a priori* para os efeitos sistemáticos e para os demais componentes, a distribuição Wishart invertida. Foi computada uma cadeia de 1.000.000 iterações, sendo que o tamanho final da cadeia, bem como a especificação do “burn-in” e do intervalo de amostragem (“thin”) foram definidos por meio de critério de RAFTERY & LEWIS (1992), que indica a convergência da cadeia por meio de baixa correlação serial existente entre os ciclos. Para os valores estipulados, em cada situação, a condição de convergência das cadeias foi verificada por meio dos critérios de GEWEKE (1992), GELMAN & RUBIN (1992) e RAFTERY & LEWIS (1992), que estão disponíveis pacote estatístico “BOA” (“Bayesian Output Analysis”), do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008).

Depois de verificada a convergência da cadeia de Gibbs, as estimativas da distribuição *a posteriori* foram computadas para herdabilidade  $M_{pre}$  após um descarte de 16 iterações iniciais e uma amostragem a cada 4 iterações (“thin”), totalizando 9.984 amostras para o cálculo das médias, desvios-padrão, mediana, moda, erro de Monte Carlo, tamanho efetivo da amostra e intervalo de 95% da maior densidade *a posteriori*, para  $M_{pre}$ .

As estimativas da distribuição *a posteriori* foram computadas para herdabilidade  $M_{pos}$  após um descarte de 26 iterações iniciais e uma amostragem a cada 7 iterações (“thin”) totalizando 9.974 amostras para o cálculo das médias, desvios-padrão, mediana, moda, erro de Monte Carlo, tamanho efetivo da amostra e intervalo de 95% da maior densidade *a posteriori*, para tanto foi utilizado o pacote estatístico “BOA”.

### 3.4.2 Mortalidade pré e pós-natal, com base na característica do bezerro

A avaliação dos parâmetros genéticos para Mpre e Mpos, com base na característica do bezerro, foi utilizado o modelo animal. Em notação matricial o modelo completo para Mpre e Mpos avaliadas como característica do bezerro pode ser assim apresentado:

$$y = X\beta + Za + W_1 p + W_2 c + e$$

onde  $\beta, a, p, c, e$  são nesta ordem vetores dos efeitos fixos, genético direto, efeito materno, grupo contemporâneo e residual;  $X, Z, W_1, W_2$  são respectivamente as matrizes de incidência referentes aos efeitos fixos, aleatório genético direto, materno e grupo contemporâneo. Estabeleceu-se “a priori” para  $\beta$  uma distribuição uniforme, que reflete um conhecimento prévio vago sobre este vetor; para os efeitos aleatórios distribuições gaussianas e; para os componentes de variância utilizou-se a distribuição Wishart invertida, que em caso univariado corresponde a uma distribuição qui-quadrada invertida (VAN TASSEL & VAN VELCK, 1996):

$$b \propto \text{constante}$$

$$a | G \sim NMV[0, (G \otimes A)]$$

$$p | P \sim NMV[0, (P \otimes I_n)]$$

$$c | C \sim NMV[0, (C \otimes I_n)]$$

$$G | S_g, v_g \sim IW[S_g v_g, v_g]$$

$$P | S_p, v_p \sim IW[S_p v_p, v_p]$$

$$C | S_c v_c \sim IW[S_c v_c, v_c]$$

$$R | S_r, v_r \sim IW[S_r v_r, v_r]$$

onde  $A, G, P, C, R, I_n$  são nesta ordem as matrizes de parentesco, variâncias de efeitos genéticos diretos, maternos, grupo contemporâneo, residual e identidade;  $\otimes$  é o operador do produto Kronecker; em que,  $S_g$  e  $V_g$ ;  $S_p$  e  $V_p$ ;  $S_c$  e  $V_c$ ;  $S_r$  e  $V_r$  são os valores "a priori" e graus de liberdade para as variâncias aditivas diretas, materno, grupo contemporâneo e residual, nesta ordem.

Os componentes de variância foram estimados em análise unicaracterística por modelo animal, utilizando-se a inferência Bayesiana (GIANOLA & FOULLEY, 1982; GIANOLA & FERNANDO, 1986; VAN TASSEN & VAN VLECK, 1996). Foi utilizado o programa THRGIBBS1F90, desenvolvido por MISZTAL et al. (2002), que foi escrito em linguagem FORTRAN 90 e utiliza inferência Bayesiana pelo algoritmo da amostragem de Gibbs.

Para os valores *a priori* das variâncias aditivas e residuais foi utilizada a distribuição não informativa ou "flat" (não refletindo conhecimento prévio do parâmetro), que o programa transforma em uma distribuição imprópria. Foi assumindo uma distribuição uniforme *a priori* para os efeitos sistemáticos e para os demais componentes, a distribuição Wishart invertida. Foi computada uma cadeia de 1.400.000 iterações, sendo que o tamanho final da cadeia, bem como a especificação do "burn-in" e do intervalo de amostragem ("thin") foram definidos por meio de critério de RAFTERY & LEWIS (1992), que indica a convergência da cadeia por meio de baixa correlação serial existente entre os ciclos, e também pelo critério de GELMAN & RUBIN (1992) e GEWEKE (1992). Essas análises foram feitas utilizando o pacote estatístico "BOA" ("Bayesian Output Analysis"), do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008).

Depois de verificada a convergência da cadeia de Gibbs, as estimativas da distribuição *a posteriori* foram computadas para herdabilidade Mpre após um descarte de 140 iterações iniciais e uma amostragem a cada 35 iterações ("thin"), totalizando 13.860 amostras para o cálculo das médias, desvios-padrão, mediana, moda, erro de Monte Carlo, tamanho efetivo da amostra e intervalo de 95% da maior densidade *a posteriori*, para Mpre. Para a herdabilidade materna total foram computadas uma amostragem a cada 16 iterações ("thin"), totalizando 13.856 amostras, após o descarte de 144 iterações iniciais.

As estimativas da distribuição *a posteriori* foram computadas para herdabilidade  $M_{pos}$  após um descarte de 217 iterações iniciais e uma amostragem a cada 31 iterações (“thin”) totalizando 13.783 amostras para o cálculo das médias, desvios-padrão, mediana, moda, erro de Monte Carlo, tamanho efetivo da amostra e intervalo de 95% da maior densidade *a posteriori*, para tanto foi utilizado o pacote estatístico “BOA”. Para a herdabilidade materna total foram computadas uma amostragem também a cada 31 iterações (“thin”), totalizando 13.783 amostras, após o descarte de 217 iterações iniciais.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 MORTALIDADE PRÉ-NATAL ( $M_{pre}$ )**

#### **4.1.1 Aspectos descritivos**

A taxa de mortalidade pré-natal, incluindo primíparas e múltíparas, encontrada no conjunto de dados foi de 2,0%, (Tabela 1). Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por RAY et al. (1989), que observaram média de 3,0%, mas bem inferior às encontradas por FAGERLING et al. (1968) de 9,2% para um rebanho Hereford, e por CUNDIFF et al. (1986) que encontraram taxas de mortalidade ao nascimento de 8,0%. Outros trabalhos, realizados com bovinos leiteiros estimaram mortalidade neonatal variando de 6,5 e 22%, representando, assim, perda econômica significativa para a indústria leiteira (NIX et al., 1998).

Nesta fazenda em estudo a mortalidade pré-natal não chega a ser um problema, porém a redução nesta taxa é importante, pois, além de contribuir para o incremento da produtividade, na maioria dos casos, pode ser alcançada adotando-se práticas simples de manejo: manejo alimentar e sanitários adequados, sendo que, nesta fase, a interferência do manejo de funcionários é de pouca influência. Logo, estes investimentos são menores comparados aos

exigidos para o aumento da natalidade. Em geral, índices de mortalidade de até 5% entre o nascimento e os três primeiros meses de idade são considerados normais (ROY, 1990), no entanto devemos sempre assumir que o valor ideal para a mortalidade de bezerros seja zero, de acordo com CROMBERG & PARANHOS da COSTA (1997).

#### 4.1.2 Parâmetros genéticos

As estimativas de herdabilidades encontradas neste estudo estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 3. Estimativa de herdabilidade ( $h^2$ ) obtida em análise unicaracterística, para a mortalidade pré-natal.

Modelo	Indivíduo avaliado	Parâmetros	N	MED	DP	MIN	MAX
Touro	Mãe	$h^2$ <sup>a</sup>	9.984	0,22	0,0761	0,0871	0,3714
Animal	Bezerro	$h^2$ <sup>b</sup>	13.860	0,01	0,0071	0,00044	0,02389
Animal	Bezerro	$m$ <sup>c</sup>	13.856	0,01	0,0056	0,0019	0,0226

<sup>a</sup> Estimativa de herdabilidade baseada na característica da fêmea, <sup>b</sup> estimativa de herdabilidade baseada na característica do bezerro, <sup>c</sup> estimativa do efeito materno total baseada na característica do bezerro, número de amostras efetivas (N), médias (MED), desvios padrão (DP), mínima (MIN) e máxima (MAX) para valores genéticos preditos. IC 95%= intervalo de credibilidade a 95%

A estimativa de herdabilidade obtida para mortalidade pré-natal, com base na característica da fêmea (Tabela 2) foi de magnitude moderada, o que indica ganho genético moderado na população e boas perspectivas de resposta à seleção. Estudos anteriores mostraram que a incidência de bezerros natimortos é hereditária devido aos efeitos genéticos diretos e possivelmente maternos (PHILIPSSON, 1976; WELLER et al. 1988, LUO et al., 1999). Logo, mediante a isto e a estimativa de herdabilidade encontrada neste estudo, esta característica, quando estimada pela utilização de modelo touro (com base na característica da fêmea), apresenta potencial para ser incluída em programas de melhoramento genético.

De acordo com a estrutura de dados (número inexpressivo de touros avôsmaternos) a herdabilidade materna não pode ser estimada neste estudo, no entanto uma seleção mais adequada deveria levar em conta características comportamentais relacionadas à facilidade de mamar e a habilidade materna, assim como a experiência reprodutiva da vaca (CROMBERG & PARANHOS DA COSTA, 1997).

Resultados semelhantes foram encontrados por ALENCAR (1982), o qual encontrou estimativas de herdabilidade de 0,20 a 0,21 para mortalidade pré-natal em bezerros da raça Canchim, também baseadas na característica da fêmea, utilizando o modelo touro. Por outro lado, SCHMIDEK (2009) avaliando a mortalidade ao nascimento para bezerros da raça Nelore, no Brasil, a partir da utilização do modelo touro com base na característica do bezerro, encontrou estimativas para herdabilidade direta de 0,27. Em vários trabalhos sobre sobrevivência de cordeiros, as estimativas de parâmetros genéticos têm sido com base na característica da fêmea (FOGARTY et al., 1994), no entanto, outros estudos analisando a mesma característica consideraram os efeitos do genótipo do cordeiro mais importante que o efeito do genótipo da mãe (SMITH, 1977; PETERSSON & DANELL, 1985; GAMA et al., 1991).

A mortalidade pré-natal, também foi estimada com base na característica do bezerro, e as estimativas de herdabilidade direta e materna total encontradas estão apresentadas na Tabela 2. A estimativa de herdabilidade obtida para Mpre, com base na característica do bezerro, indica que esta possui pouca chance de ser melhorada por meio de seleção contra a mortalidade, uma vez que a resposta esperada será baixa. Estes resultados concordam com outros estudos que também obtiveram estimativas de herdabilidade baixas para a mortalidade pré-natal tanto para componentes diretos quanto para maternos (CUBAS et al., 1991; PHILIPSSON, 1976).

As herdabilidades direta e materna, estimadas através do modelo animal com base na característica do bezerro, foram muito inferiores às encontradas na literatura, como observado em estudos na Suécia, com gado leiteiro, no qual KOOTS et al, (1994) apresentaram estimativas de 0,10 a 0,15 e MEIJERING

(1984) de 0,04 a 0,14 para a mesma característica. Estes resultados se assemelharam também aos encontrados por WELLER & GIANOLA (1989) para gado leiteiro e McGUIRK et al (1998) com cruzamentos para gado de corte e leiteiro e HAGGER & HOFER (1990) para gado Simental, utilizando o modelo limiar, o mesmo utilizado neste trabalho.

A baixa estimativa do componente materno (Tabela 2), encontrada neste estudo, foi semelhante ao encontrado por MEYER et al (2001), em estudos com fêmeas da raça Holandesa, o qual relatou média de herdabilidade para natimortos para o componente materno de 0,02.

Comparando com pesquisas de JAMROZIK et al. (2005) que relataram herdabilidade direta e materna de 0,01 e 0,03 para o primeiro parto; e 0,01 e de 0,01 respectivamente, para partos posteriores, a partir de modelos lineares. Quando utilizado o modelo limiar as observaram estimativas bem maiores com valores médios 0,10 e 0,12, para a herdabilidade direta e materna, respectivamente, para a primeira parição de vacas Holandesas suecas de acordo com STEINBOCK et al. (2003) e HANSEN et al. (2004)

Os baixos valores para herdabilidade (Tabela 2) indicaram que a seleção fenotípica para a característica seria pouco eficiente. Em geral, características reprodutivas apresentam herdabilidade de baixa magnitude, mas devem ser levadas em consideração nos critérios de seleção para a melhoria nas taxas de concepção dos rebanhos bovinos de corte no Brasil.

A estimativa de herdabilidade para mortalidade pré-natal avaliada como característica do bezerro indica que a característica sofre grande influência do componente ambiental e, portanto, a seleção direta contra esta característica implicaria em ganho genético lento para esta característica. Pode-se inferir que a alta influência ambiental seja devida às diferentes condições climáticas, nutricionais e de manejo aos quais os rebanhos são submetidos durante anos. Entretanto, quando esta característica é avaliada como característica da mãe, a influência da mortalidade pré-natal pode estar associada ao citoplasma do óvulo e ao ambiente intra-uterino (ROBISON, 1972) proporcionado ao bezerro no momento da gestação.

A baixa estimativa de herdabilidade para Mpre encontrada neste estudo, provavelmente, é conseqüência da baixa ocorrência de mortalidade encontrada na população em estudo, o que indica uma baixa variabilidade entre os animais. Para analisar características de baixa frequência, como é o caso da mortalidade pré-natal para bovinos de corte é desejável utilizar modelos que levam diretamente em conta a natureza categórica dos dados, assim como é o caso do modelo limiar (threshold) (WRIGHT, 1934) o mesmo utilizado neste estudo, no entanto, são poucos os estudos encontrados com esta abordagem.

A maior parte das pesquisas abordando mortalidade de bezerros estimou parâmetros genéticos utilizando modelo touro ou touro-avô materno, sendo o modelo animal pouco empregado (SCHMIDEK, 2009). A partir de estudos anteriores, GILMOUR (2007) concluiu que o pouco uso de modelo animal se deva ao tipo de distribuição de dados, fazendo com que um modelo mais simples, como o modelo touro, forneça estimativas menos viesadas em comparação ao modelo animal.

De acordo com os baixos valores de herdabilidade encontrados na literatura para mortalidade pré-natal neste estudo quando utilizado o modelo animal com base na característica do bezerro, e devido a sua baixa resposta à seleção, alguns trabalhos recomendam aos criadores o uso da seleção direta para a facilidade de parto (CUBAS et al., 1991), devido à alta resposta correlacionada para esta característica (PHILIPSSON, 1976c; MEIJERING, 1984).

Na Figura 1, está representada a distribuição *a posteriori* das estimativas de herdabilidade para a mortalidade pré-natal. Nesta figura pode-se observar que as diferentes cadeias se aproximaram de um valor constante ao longo das iterações, indicando indícios de convergência. Portanto, pode-se inferir que as estimativas encontradas são, verdadeiramente, as médias das distribuições *a posteriori*, pois a condição de estacionalidade foi atingida, exceto para estimativa de herdabilidade direta, baseada na característica do bezerro, que devido à presença de alguns valores baixos, causaram a assimetria à esquerda. As distribuições *a posteriori* para a herdabilidade direta materna (característica da fêmea) apresentaram menor dispersão (melhor simetria), ou seja, as estimativas foram mais precisas, ou seja,

mantiveram-se estáveis, evidenciando que o valor considerado para o *burn-in* na análise foi confiável e permitiu a convergência da cadeia (GELFAND & SMITH, 1990).

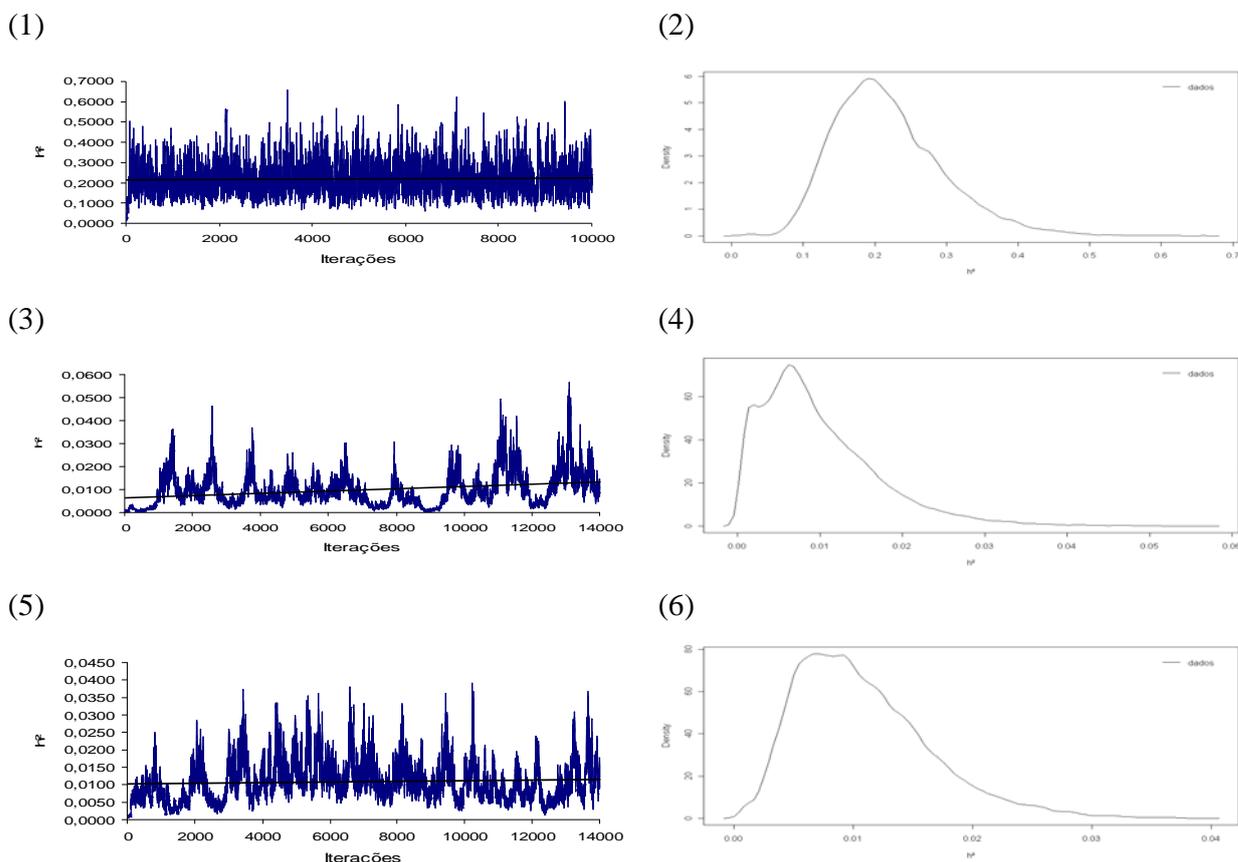


Figura 1. Figuras representativas das trajetórias das cadeias (1, 3 e 5) das estimativas de herdabilidade direta (baseada na característica da fêmea) e de herdabilidade direta e materna total (baseada na característica do bezerro), respectivamente. Gráficos representativos da aproximação da distribuição *a posteriori* (2, 4 e 6) das estimativas de herdabilidade direta (baseada na característica da fêmea) e de herdabilidade direta e materna total (baseada na característica do bezerro), respectivamente, para a mortalidade pré-natal.

## 4.2 MORTALIDADE PÓS-NATAL (Mpos)

### 4.2.1 Aspectos descritivos

A freqüência para mortalidade pós-natal encontrada no conjunto de dados foi de 13,5%. Índices como estes também foram encontrados em sistemas de exploração leiteira, nos quais os índices de mortalidade de bezerros são bem mais elevados, conforme mostraram os trabalhos de LEITE & LIMA (1982) e RIBEIRO et al. (1983) que encontraram, em fazendas localizadas no município de Sete Lagoas, Minas Gerais, índices que variaram de 10,3% a 22,3. No entanto, índices muito inferiores, como 8% e 10% estimados respectivamente, por SATURNINO et al. (1977) e SAURESSIG & ROCHA (1985) foram encontrados para a região dos Cerrados e aos 7,4% estimados por Corrêa (1990), para o Brasil Central.

A busca por uma taxa de mortalidade pós-natal baixa ou até mesmo inexistente deve ser permanente, pois a segunda maior constrição econômica na pecuária de corte seria a falha na concepção e mortalidade embrionária, pois caracterizam a perda de um ciclo de produção. Logo, a estratégia de seleção contra a mortalidade, feita através dos pais, pode minimizar os custos, já que tais animais poderão ser descartados do rebanho.

Em suma, sob o ponto de vista de melhoramento do rebanho, todos os aspectos abordados acima podem comprometer a pressão de seleção a ser aplicada e, conseqüentemente, o progresso genético. Ou ainda, se o problema for mais crítico, comprometer a manutenção do número de matrizes no rebanho.

Quando comparamos as taxas para Mpre e Mpos (Tabela 1), podemos observar um aumento significativo neste valor. Estes resultados denotam a importância deste problema, principalmente no período do nascimento até a desmama, período este em que a freqüência de mortalidade é maior. Isto demonstra a importância de melhorar as condições de vida dos bezerros através de estratégias de manejo. Por exemplo, falhas na ingestão de colostro podem resultar no aumento das taxas de morbidade e de mortalidade, como já apresentado por SCHMIDEK et al. (2008), e muitas vezes essas falhas (ou sucessos) dependem das ações das pessoas responsáveis pelo manejo, assim, o entendimento das relações entre nós (humanos) e os animais é muito importante para orientar as ações desenvolvidas no âmbito da produção animal, pois têm efeito direto na definição de estratégias de produção que irão influenciar tanto o

bem-estar dos animais e a satisfação dos trabalhadores, quanto os resultados produtivos e econômicos da atividade.

Como já descrito no item “estrutura de dados” deste trabalho, a frequência de mortalidade pós-natal considerada após a consistência de dados e formação de GC foi de 0,8%, pois desta forma os grupos apresentaram melhores níveis de informação.

#### 4.2.2 Parâmetros genéticos

As estimativas de herdabilidade direta e efeito materno para Mpos pós-natal obtidas neste estudo estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 4. Estimativas de herdabilidades ( $h^2$ ) obtidas em análise unicaracterística, para a mortalidade pós-natal.

Modelo	Indivíduo avaliado	Parâmetros	N	MED	DP	MIN	MAX
Touro	Mãe	$h^2$ <sup>a</sup>	9.974	0,06	0,0344	0,0015	0,1245
Animal	Bezerro	$h^2$ <sup>b</sup>	13.783	0,05	0,0229	0,0075	0,0905
Animal	Bezerro	$m$ <sup>c</sup>	13.783	0,04	0,0196	0,0072	0,0760

<sup>a</sup> Estimativa de herdabilidade baseada na característica da fêmea, <sup>b</sup> estimativa de herdabilidade baseada na característica do bezerro, <sup>c</sup> estimativa do efeito materno total baseada na característica do bezerro, número de amostras efectivas (N), médias (MED), desvios padrão (DP), mínima (MIN) e máxima (MAX) para valores genéticos preditos. IC 95%= intervalo de credibilidade a 95%

As estimativas de herdabilidades encontradas neste estudo (Tabela 2), para Mpos, foram todas de baixa magnitude, não apresentando diferenças entre os diferentes modelos utilizados. Estes baixos valores indicam que a resposta a seleção contra esta característica será baixa e de longo prazo. Em estudos como estes, no qual o fenômeno como a mortalidade pós-natal pode ser assumida como uma característica mais conectada ao valor adaptativo do bezerro, deve-se considerar que há uma tendência de herdabilidade mais baixa, de acordo com SCHMIDEK (2009), pois a característica pode já ter sido fixada pela pressão de seleção há anos, existente nesta propriedade em estudo.

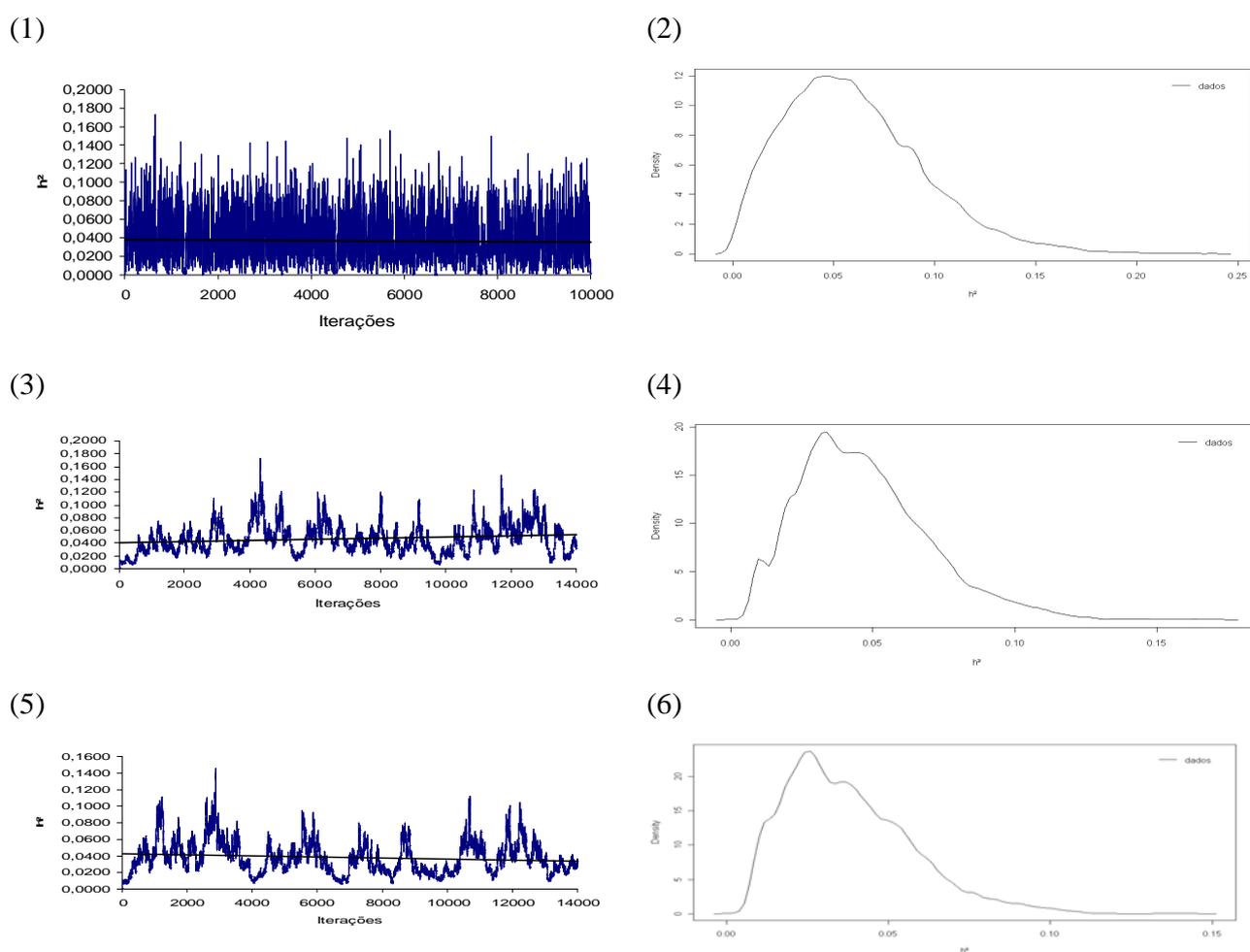
Estes resultados corroboram com outras pesquisas avaliando a mesma característica, no entanto, utilizando modelos lineares, CUNDIFF et al. (1998) e RILEY et al. (2004) encontraram valores próximos ao deste estudo, 0,04 e 0,06, respectivamente. ALENCAR (1982) e GUERRA et al. (2006) encontraram estimativas com valores maiores, de 0,11 a 0,20, utilizando o modelo touro com base na característica da fêmea, e concluíram que há tendências de maior herdabilidade para mortalidade em intervalos mais próximos ao nascimento, em comparação ao período do nascimento a desmama, ou seja, período pós-natal. Esta mesma conclusão foi encontrada neste estudo, no qual a estimativa de herdabilidade direta, analisada através do modelo touro baseada na característica da fêmea, foi bem maior para a mortalidade pré-natal (Tabela 1) quando comparada à mortalidade pós-natal (Tabela 2).

Independente do modelo utilizado as estimativas de herdabilidades não apresentaram diferenças entre elas, resultados na literatura mostraram que para analisar características de baixa frequência, como é o caso da mortalidade para bezerros de corte é desejável utilizar modelos que levam diretamente em conta a natureza categórica dos dados, assim como é o caso do modelo limiar (threshold) (WRIGHT, 1934). Logo, podemos concluir que a utilização do modelo limiar pode não ter sido a causa para os resultados obtidos.

É importante salientar que os estudos sobre este tema ainda são escassos na literatura, e em sua grande maioria são encontrados em estudos para gado leiteiro, o que facilita na busca de revisões sobre mortalidade pré-natal, mas dificulta para a mortalidade pós-natal, já que os bezerros são separados de suas mães momentos depois ao nascimento, impossibilitando estimativas de parâmetros para o componente direto materno.

A Figura 2 apresenta as trajetórias das cadeias e as distribuições *a posteriori* das estimativas de herdabilidade para mortalidade pós-natal. Assim como demonstrado nos gráficos para Mpre, as diferentes cadeias se aproximaram de um valor constante ao longo das iterações, indicando indícios de convergência (Figura 2). Embora, a distribuição *a posteriori* ter apresentado melhor convergência para o modelo touro, com base na característica da fêmea ( $A_2$ ),

mantendo-se estáveis, afirmando que o valor considerado para o *burn-in* na análise foi confiável e permitiu a convergência da cadeia (GELFAND & SMITH, 1990). De acordo com os testes, todas as estimativas apresentaram resultados de convergência, mesmo a distribuição *a posteriori* para estimativa de herdabilidade direta ( $B_2$ ) e materna ( $C_2$ ), para o modelo animal com base na característica do bezerro, apresentarem simetria à esquerda, devido a presença de valores muito baixos.



**Figura 2.** Figuras representativas das trajetórias das cadeias (1, 3 e 5) das estimativas de herdabilidade direta (baseada na característica da fêmea) e de herdabilidade direta e materna total (baseada na característica do bezerro), respectivamente. Gráficos representativos da aproximação da distribuição *a posteriori* (2, 4 e 6) das estimativas de herdabilidade direta (baseada na característica da fêmea) e de herdabilidade direta e materna total (baseada na característica do bezerro), respectivamente, para a mortalidade pós-natal.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir que a mortalidade pré-natal quando avaliada pelo modelo touro, com base na característica da fêmea, pode ser utilizado como critério de seleção, pois indica chances moderadas de ser melhorada por meio de seleção contra esta característica.

Podemos concluir também que as estimativas de herdabilidade obtida para mortalidade pré-natal, a partir do modelo animal com base na característica do bezerro, assim como para a pós-natal avaliada sob os dois tipos de modelos, tanto com base na característica da vaca quanto na do bezerro, indicaram poucas chances de ser melhorada por meio de seleção, uma vez que a resposta esperada será baixa.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, M.M. Parâmetros genéticos da viabilidade de bezerros em um rebanho Canchim. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 11, p. 681-694, 1982.

CROMBERG, W.U.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Mamando logo, para fazer crescer a receita. In: **ANUALPEC**: anuário da pecuária brasileira. São Paulo. FNP, 1997.

CUBAS, A.C.; BERGER, P.J.; HEALEY, M.H. Genetic parameters for calving ease and survival at birth in angus field data. **J. Anim. Sci.**, v. 69, p. 3952-3958, 1991.

CUNDIFF, L. V.; MACNEIL, M. D.; GREGORY, K. E.; KOCH, R. M. Between- and within-breed genetic analysis of calving traits and survival to weaning in beef cattle. **J. Anim. Sci.**, v. 63, p. 27-33, 1986.

CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; KOCH, R.M. Germplasm evaluation in beef cattle-cycle IV: birth and weaning traits. **J. Anim. Sci.**, v. 76, p. 2528-2535, 1998.

FAGERLING, P.T.; BRINKS, J.S.; STONAKER, H.H. Environmental effects on calving interval in Herefords. *Proc. West. Sec. Am. Soc. Anim. Sci.* v. 19, p. 307-312, 1968.

FOGARTY, N.M.; BRASH, L.D.; GILMOUR, A.R. Genetic parameters for reproduction and lamb production and their components and liveweight, fat depth and wool production in Hyfer sheep. ***Aust. J. Agric. Res.*** v. 45, p. 443-457, 1994.

GAMA, L.T.; DICKERSON, G.E.; YOUNG, L.D.; LEYMASTER, K.A. Genetic and phenotypic variation in sources of preweaning lamb mortality. ***J. Anim. Sci.***, v. 69, p. 2744-2753, 1991.

GELFAND, A.E.; SMITH, A.F.M. Sampling based approaches to calculating marginal densities. ***J. Am. Stat. Assoc.***, v. 85, p. 398-409, 1990.

GELMAN, A.; RUBIN, D.B. "Inference from Iterative Simulation Using Multiple Sequences," ***Statistical Science***, v. 7, p. 457-472, 1992.

GEWEKE, J. "Evaluating the Accuracy of Sampling-Based Approaches to the Calculation of Posterior Moments," in J.M. Bernardo *et al.* (eds.), *Bayesian Statistics 4: Proceedings of the Fourth Valencia International Meeting*. Oxford: Clarendon Press, 1992.

GIANOLA, D.; FOLLEY, J.L. Nom linear prediction of latent genetic liability with binary expression: An empirical Bayes approach. In: WORLD CONGRESS OF GENETIC APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 2., Madri, Espanha, 1982, ***Proceedings...***, v. 7, p. 293-303, 1982.

GIANOLA, D.; FERNANDO, R.L. Bayesian methods in animal breeding theory. ***J. Anim. Sci.***, v. 63, p. 217-244, 1986.

GILMOUR, A.R. **The ASReml discussion group**. 2007. Disponível em <<https://gatekeeper.dpi.nsw.gov.au/Listserv/archives/asrem-l.html>>. Acesso em: 26/08/2008.

GUERRA, J.L.L.; FRANKE, D.E.; BLOUIN, D.C. Genetic parameters for calving rate and calf survival from linear, threshold, and logistic models in a multibreed beef cattle population. ***J. Anim. Sci.***, v. 84, p. 3197-3203, 2006.

HAGGER, C.; HOFER, A. Genetic analyses of calving traits in the Swiss Black and White, Braunvieh and Simmental breeds by REML and MAPP procedures. **Livest. Prod. Sci.**, v. 24, p. 93-107, 1990.

HANSEN, M.; LUND, M.S.; PEDERSEN, J.; CHRISTENSEN, L.G. Genetic Parameters for Stillbirth in Danish Holstein Cows using a Bayesian Threshold Model. Danish Institute of Agricultural Sciences, Dept. of Animal Breeding and Genetics, Research Centre Foulum, P.O. Box 50, DK-8830 Tjele, Denmark. P 87: 706-716. 2004.

JAMROZIK, J.; FATEHI, J.; KISTEMAKER, G.J.; SCHAEFFER, L.R. Estimates of genetic parameters for Canadian Holstein female reproduction traits. **J. Dairy Sci.** v. 88, p. 2199-2208, 2005.

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

LASTER, D.B.; GREGORY, K.E. Factors influencing peri- and early postnatal calf mortality. **J. Anim. Sci.** v. 37, p. 1083 - 1092, 1973.

LEITE, R.C.; LIMA, J.D. Fatores sanitários que influenciam na criação de bezerros. **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, v. 34, p. 485-492, 1982.

LUO, M.F. Bayesian inference for calving ease and stillbirth in dairy cattle. Ph.D. Diss. Univ. Guelph, Canada, 1999.

McGUIRK, B. Developments in the dairy cattle breeding industry. **Interbull Bull.** v. 19, p. 21-28, 1998.

MEIJERING, A. Dystocia and stillbirth in cattle – a review of causes, relations and implications. **Livest. Prod. Sci.**, v. 11, p. 143-177, 1984.

MENCH, J.A.; MASON, G.J. Behaviour. In: Appleby, M.C., Hughes, B.O. (Eds.), **Animal Welfare**. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp. 127-159, 1997.

MEYER, C.L.; BERGER, P.J.; KOEHLER, K.J.; THOMPSON, J.R.; SATTLER, C.G. Phenotypic trends in incidence of stillbirth for Holsteins in the United States. **J. Dairy Sci.** v. 84, p. 515-523, 2001.

MISZTAL, I., GIANOLA, D., FOULEY, J.L. Computing aspects of nonlinear method of sire evaluation for categorical data. **J. Dairy Sci.**, v. 53, p. 643-650, 1989.

MISZTAL, I.; TSURUTA, S.; STRABEL, T.; AUVRAY, B.; DRUET, T.; LEE, D.H.. BLUPF90 and related programs. in Proc. 7th World Congr. Genet. Appl. **Livest. Prod.**, v. 33, p. 743-744, 2002.

NIX, J.M.; SPITZER, J.C.; GRIMES, L.W. A retrospective analysis of factors contributing to calf mortality and distocia in beef cattle. **Theriogenology**, v. 49, p.1515-1523, 1998.

PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 3.ed. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2001. 555p.

PETERSSON, C.J.; DANELL, O Factors influencing lamb survival in four Swedish sheep breeds. **Acta Agric. Scand.**, v. 35, p. 217-232, 1985.

PHILIPSSON, J. Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breeds III. Genetic parameters. **Acta Agric. Scand.** v. 26, p. 211-220, 1976.

ORTIZ-PELAEZ, A.; PRITCHARD, D.G.; PFEIFFER, D.U.; JONES, E.; HONEYMAN, P.; MAWDSLEY, J.J. Calf mortality as welfare indicator on British cattle farms. **The Veterinary Journal**, v. 176, Issue 2, p. 177-181, 2008.

R Development Core Team (2008). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Available at [www.R-project.org](http://www.R-project.org).

RAFTERY, A.L.; LEWIS, S.M. How many iterations in the Gibbs Sampler? In: J.M. Bernardo, J.O. Berger, A.P. Dawid, and A.F.M. Smith (Ed.) **Bayesian Statistics IV**. p. 763-774. Oxford University Press, Oxford, U.K. 1992.

RAY, D.E.; ITULYA, S.B.; ROUBICEK, C.B.; BENSON, C.R. Pregnancy rate, calf mortality and calving ate in unsupplemented Hereford range cows. **Livest. Prod. Sci.**, v. 23, p. 305-315, 1989.

RIBEIRO, M.F.B.; BELEM, P.A.D.; PATARROYO, J.H.S. Hipogamaglobulinemia em bezerros. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 35, p. 537-546, 1983.

RILEY, D.G.; CHASE Jr., C.C.; OLSON, T.A.; COLEMAN, S.W.; HAMMOND, A.C. Genetic and nongenetic influences on vigor at birth and preweaning mortality of purebred and high percentage Brahman calves. **J. Anim. Sci.**, v. 82, p. 1581-1588, 2004.

ROBISON, O.W. The role of maternal effects in animal breeding: V. Maternal effects in swine. **J. Anm. Sci.**, v. 35, p. 1303-1315, 1972.

ROY, J.H.B. Management of health. In: ROY, J.H.B. (Ed.) **The calf**. 5.ed. England: Butterworths, 1990. v.1, 258p.

SAS INSTITUTE. SAS Users guide version 8. Ed Cary: SAS Institute, 2000.

SATURNINO, H.M.; SATURNINO, M.A.C.; FERREIRA, M.B. Algumas considerações sobre exportação e importação de plantas ornamentais em Minas Gerais. **Anais...Sociedade Botânica do Brasil. XXIII Cong. Nac.** p. 213-217,1977.

SAUERESSIG, M.G.; ROCHA, C.M.C. Manejo da reprodução de gado de corte na região dos Cerrados. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1985. 6 p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado Técnico, 44), 1985.

SCHMIDEK, A.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; TOLEDO, L.M. DE. Mortalidade até a desmama em bovinos das raças Nelore e Guzerá: Efeitos de Raça, Comportamento e Morfologia dos Tetos. In: XXII Encontro Anual de Etologia. Comportamento e Desenvolvimento Sustentável, 22, 2004, Campo Grande, **Anais...** Campo Grande, 2004.

SCHMIDEK, A.; MERCADANTE, M.E.Z.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A. DE. Falha na primeira mamada em bezerros Guzerá: fatores predisponentes e parâmetros genéticos. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 37, p. 998-1004, 2008.

SCHMIDEK, A. **Variabilidade genética e não genética na mortalidade pré-desmama de bezerros de corte**. 2009, 84p. Tese (Doutorado em Genética e

Melhoramento animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

SMITH, G. M. Factors affecting birth weight, dystocia and preweaning survival in sheep. **J. Anim. Sci.**, v. 44, p. 745-753, 1977.

STEINBOCK, L.; NASHOLM, A.; BERGLUND, B.; JOHANSSON, K.; PHILIPSSON, J. Genetic effects on stillbirth and calving difficulty. **J. Dairy Sci.** v. 86, p. 2228-2235, 2003.

TERLOUW, E.M.C., SCHOUTEN, W.G.P., LADEWIG, J. **Physiology. In: Appleby, M.C., Hughes, B.O. (Eds.), Animal Welfare.** CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp. 160–174, 1997.

VAN TASSEL, C.P.; VAN VLECK, L.D. Multiple-trait Gibbs sampler for animal models: flexible programs for Bayesian and likelihood-based (co)variance component inference. **J. Anim. Sci.**, v. 74, p. 2586-2597, 1996.

WELLER, J.I.; MISZTAL, I.; GIANOLA, D. Genetic analysis of dystocia and calf mortality in Israeli-Holsteins by threshold and linear models. **J. Dairy Sci.**, v. 71, p. 2491-2501, 1988.

WELLER, J.I.; GIANOLA, D. Models for genetic analysis of dystocia and calf mortality. **J. Dairy Sci.**, v. 72, p. 2633-2643, 1989.

WRIGHT, S. An analysis of variability in number of digits in an inbred strain of guinea pigs. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 19, p. 506-536, 1934.

ZIMMER, A.H.; EUCLIDES F.K. As pastagens e a pecuária de corte brasileira. In: simpósio internacional sobre produção animal em pastejo.,1,1997, **Anais...** Viçosa:UFV, Simpósio, p. 37, 1997.