

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PARÂMETROS GENÉTICOS DE ESCORE DE
TEMPERAMENTO EM BOVINOS DA RAÇA NELORE**

Carolina Rosa Silva

Zootecnista

2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PARÂMETROS GENÉTICOS DE ESCORE DE
TEMPERAMENTO EM BOVINOS DA RAÇA NELORE**

Carolina Rosa Silva

Orientador: Prof^a. Dr^a. Sandra Aidar de Queiroz

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

2013

Silva, Carolina Rosa
S586p Parâmetros genéticos de escore de temperamento em bovinos da
raça Nelore / Carolina Rosa Silva. -- Jaboticabal, 2013
vi, 48 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013
Orientadora: Sandra Aídar de Queiroz
Banca examinadora: Danísio Prado Munari, Patrícia Tholon
Bibliografia

1. Bovinos de corte. 2. Inferência Bayesiana. 3. Peso a desmama.
4. Temperamento I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:636.082

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

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

CAROLINA ROSA SILVA, nascida na cidade de Jaboticabal, São Paulo, no dia 08 de dezembro de 1984, filha de Rubens Aparecido da Silva e Maria Aparecida de Oliveira Silva. É zootecnista formada em dezembro de 2010 pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Câmpus de Jaboticabal. Durante a graduação foi bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET) e de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq). Em agosto de 2011, ingressou no curso de Pós-Graduação em Melhoramento Genético Animal, em nível de Mestrado, pela mesma instituição, onde foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CAPES), sob orientação do Prof^a. Dr^a. Sandra Aidar de Queiróz, obtendo o título de Mestre em julho de 2013.

Ao meu grande incentivador, Pinas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar os meus caminhos durante a realização desse trabalho e por proporcionar inúmeras conquistas em minha vida.

Ao meu esposo/namoradinho Felipe (Pinas) pelo amor, compreensão, apoio e companheirismo. De todas as bênçãos que Deus me dá, com certeza você é a melhor delas!! Amo você!!!

Aos meus pais, por terem me ensinado a lutar diante das adversidades da vida, a eles devo meu caráter, minha ética como pessoa e profissional. Agradeço pelo maravilhoso macarrão de panela de pressão que meu pai fazia todas as semanas para mim e à minha mãe por me emprestar o carro e dividir a casa e a sala de costura com a filha mais espaçosa do mundo!! Amo vocês!

Às minhas irmãs Renata e Maira, meus sogros queridos Seu Lú e D. Marilda pelas orações e grande torcida, mesmo que à distância.

À Prof^a. Dr^a. Sandra Aidar de Queiroz, pela orientação desde a graduação até o mestrado, pelo acompanhamento constante, buscando sempre o melhor para seus orientados, pela amizade, confiança e aprendizado. Minha eterna gratidão.

Ao Haroldo Neves, pela generosidade, companheirismo, ensinamentos e disponibilização para a concretização desse trabalho. Meus sinceros agradecimentos.

Ao Dr. Roberto Carvalheiro, pela considerável contribuição e grandiosa ajuda, disponibilizando o banco de dados para análises e seus conhecimentos para engrandecer esse trabalho.

Aos Professores Danísio Prado Munari, João Ademir de Oliveira e a Dr^a. Patricia Tholon pela disponibilidade e ensinamentos como participantes das bancas desta dissertação.

Aos amigos de graduação e pós-graduação, pelos momentos de alegria, pelo aprendizado e companheirismo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CAPES), pela concessão do auxílio financeiro.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) – Câmpus de Jaboticabal, por oferecer todo suporte e por proporcionar mais uma conquista em minha carreira profissional.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	2
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3.1. Temperamento - definição e relevância.....	3
3.2. Metodologias de avaliação de temperamento.....	4
3.3. Efeitos genéticos e ambientais que afetam o temperamento.....	7
3.4. Temperamento - aplicação na seleção genética.....	9
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4.1. Descrição das avaliações de peso a desmama no PAINT®.....	11
4.2. Descrição das avaliações de temperamento no PAINT®.....	12
4.3. Informações sobre os dados.....	14
4.4. Modelos Estatísticos.....	14
4.5. Diagnóstico de convergência.....	19
4.6. Correlações de Spearman e acurácias estimadas entre os diferentes modelos.....	20
5. RESULTADOS.....	21
5.1. Estatísticas descritivas das características em estudo.....	21
5.2. Estimativas de componentes de variância e herdabilidade das características em estudo.....	22
5.3. Estimativas de componentes de variância e herdabilidade das características estudadas sob abordagem bayesiana.....	23
5.4. Correlação entre os EBVs.....	30
6. DISCUSSÃO.....	31

6.1. Estatísticas descritivas das características em estudo.....	31
6.2. Estimativas de herdabilidade (h^2) para escore de temperamento sob os diferentes modelos.....	32
6.3. Correlações genéticas entre Peso a desmama e Temperamento.....	33
6.4. Correlações de Spearman e acurácias estimadas entre os diferentes modelos.....	35
7. CONCLUSÕES.....	37
8. REFERÊNCIAS.....	38
9. IMPLICAÇÕES.....	48

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Teste para temperamento, referências, raças utilizadas nos estudos, metodologia estatística e estimativas de herdabilidade (h^2) para medidas de temperamento.....	10
Tabela 2. Descrição do escore de temperamento utilizado no PAINT®.....	13
Tabela 3. Estatísticas descritivas do conjunto de dados utilizado para estimativa de componentes de variância de temperamento (TEMP) e peso a desmama (PDES), em bovinos da raça Nelore..	21
Tabela 4. Estimativas de componentes de variância e herdabilidade obtidas para peso a desmama (PDES) e temperamento (TEMP) de bovinos Nelore, em análises uni-característica (modelos 1 e 2, respectivamente).....	22
Tabela 5. Estimativas dos componentes de variância, herdabilidades, médias, erros-padrão (SE), e correlações (r_g e r_e) entre PDES e TEMP de bovinos Nelore obtidas por modelo linear-linear bi-característica (modelo 3).....	23
Tabela 6. Estimativas da distribuição marginal posterior de componentes de variância e herdabilidade do escore de temperamento de bovinos Nelore sob modelo limiar uni-característica (modelo 4).....	24
Tabela 7. Distribuição marginal posterior para PDES e TEMP sob modelo linear- limiar bi-característica (modelo 5).....	26
Tabela 8. Correlações de Spearman entre os EBVs de temperamento de todos os animais obtidas pelos diferentes modelos.....	30
Tabela 9. Correlações de Spearman entre os EBVs de temperamento obtidos por diferentes modelos, considerando apenas os animais 20% superiores para o EBV estimado sob Modelo 2.....	30
Tabela 10. Correlações de Spearman entre os EBVs de temperamento obtidos por diferentes modelos, considerando os touros 20% superiores para o EBV estimado sob o Modelo 2.....	31

LISTA DE FIGURAS

	Página
<p>Figura 1. Trajetória da cadeia (direita) e densidade de probabilidade (esquerda) das estimativas da distribuição <i>a posteriori</i> de σ^2_a, σ^2_e, limiar e herdabilidade para escore de temperamento de bovinos Nelore sob modelo de limiar.....</p>	25
<p>Figura 2. Trajetória das estimativas dos componentes de variância, limiar, herdabilidade, coeficientes de correlação genética e residual e covariâncias genéticae residual entre PDES e TEMP sob modelo linear-limiar de bovinos Nelore.....</p>	27
<p>Figura 3. Densidade de probabilidade das estimativas da distribuição <i>a posteriori</i> dos componentes de variância, limiar, h^2, coeficientes de correlação genética e residual e covariâncias genética e residual entre PDES e TEMP sob modelo linear-limiar de bovinos Nelore.....</p>	29

PARÂMETROS GENÉTICOS DE ESCORE DE TEMPERAMENTO EM BOVINOS DA RAÇA NELORE

RESUMO – O temperamento bovino é uma característica que influencia o potencial produtivo de rebanhos por estar correlacionada com o desempenho dos animais e ter relação com aspectos facilitadores das atividades de manejo, bem-estar e segurança dos animais e funcionários. Deste modo, é importante a compreensão de fatores ambientais e genéticos que influenciam essa característica, a fim de estabelecer métodos de seleção para animais com temperamento mais adequado. Esse estudo teve o objetivo de estimar parâmetros genéticos para escore de temperamento de bovinos da raça Nelore, entre os quais a correlação genética desta característica com o peso à desmama, utilizando-se diferentes modelos estatísticos. Foram utilizados 285.020 registros de escore de temperamento (TEMP) e peso a desmama (PDES) de animais da raça Nelore controlados pelo Programa de Melhoramento Genético da CRV Lagoa Ltda. Os dados foram analisados utilizando-se 5 modelos estatísticos: análise uni-característica de PDES (modelo linear 1), TEMP (modelo linear 2) e bi-característica considerando PDES e TEMP (modelo linear-linear 3), pelo método de máxima verossimilhança restrita, análise uni-característica para TEMP (modelo limiar 4) e bi-característica considerando PDES e TEMP (modelo linear-limiar 5), por meio de inferência bayesiana. O peso a desmama (PDES) foi considerado na análise bi-característica com temperamento visando investigar eventuais efeitos de seleção sequencial, também possibilitando estimar a correlação genética entre estes dois critérios de seleção. As herdabilidades estimadas de TEMP foram da ordem de $0,21 \pm 0,003$ (modelos lineares em análises uni e bi-característica) e 0,26 (modelo de limiar e modelo limiar-linear-intervalo de confiança a 95%, IC95%, compreendido entre 0,21 e 0,32). As correlações genéticas estimadas entre TEMP e PDES foram de baixa a moderada magnitude ($-0,33 \pm 0,01$) (modelo linear-linear) e 0,34 (IC95%: -0,40, -0,28) (modelo linear-limiar). As correlações entre os EBVs dos animais obtidas com base nos cinco modelos foram bastante altas ($>0,92$). Ambos os modelos linear e de limiar podem ser utilizados nas análises genéticas para característica de temperamento. O uso dos diferentes modelos não influenciou de forma significativa a classificação dos animais.

PALAVRAS-CHAVE: correlações genéticas, herdabilidade, linear, limiar, peso a desmama, temperamento.

GENETIC PARAMETERS OF TEMPERAMENT SCORE IN NELORE CATTLE

ABSTRACT - Temperament is a trait that influences the production potential of livestock because it is related to performance traits as well as the day by aspects of handling, welfare and of animals and employees safety. So, it is important to understand the environmental and genetic factors that influence temperament in order to establish methods of selection for animals with suitable temperament. The objectives of this study were to estimate genetic parameters for temperament score of Nelore cattle, among them the genetic correlation of temperament and weaning weight, using different statistical models. Records on 285,020 temperament score (TEMP) and weaning weight (PDES) of Nelore cattle controlled by the breeding program of CRV Lagoa Ltda were used. Data were analyzed using 5 statistical models: uni-trait model for PDES (linear model 1) and TEMP (linear model 2), two-trait model considering PDES and TEMP (linear-linear model 3), an uni-trait threshold model for TEMP (threshold model 4) and a bi-trait threshold model for PDES and TEMP (linear- threshold model 5), using Bayesian inference. The characteristic weaning weight (PDES) has been considered in the bi-trait analysis with temperament in order to investigate possible effects of sequential selection, and also to estimate the genetic correlation between these two selection criteria. Heritability estimates of TEMP were approximately 0.21 ± 0.003 (linear models for univariate and bi-trait models) and 0.26 (threshold model and linear-threshold model confidence interval of 95%, comprised between 0.21 and 0.32.) The genetic correlation between TEMP and PDES was low to moderate (-0.33 ± 0.01 (linear-linear model) and 0.34 (95% CI: -0.40, -0.28) (linear threshold model). The temperament is a moderately heritable trait and can respond to selection. The correlations between EBVs of animals obtained based on five models were quite high (> 0.92). The use of different models did not influence significantly the classification of animals, and the accuracy of EBVs estimated.

Keywords: genetic correlations, heritability, linear, weaning weight, threshold, temperament

1. INTRODUÇÃO

Diversos fatores foram determinantes para a conquista brasileira no comércio internacional da carne bovina, dentre eles questões sanitárias e econômicas, a preocupação, por parte de pecuaristas, em melhorar o controle zootécnico, a eficiência produtiva de rebanhos e a busca para promover o incremento da qualidade da carne brasileira (CARNEIRO, 2007).

O Brasil possui hoje o maior rebanho comercial do mundo. É o segundo maior produtor mundial de carne bovina e, em 2013, ocupa a posição de segundo maior exportador mundial, com destaque tanto no comércio de carnes frescas quanto industrializadas (USDA, 2013).

Tendo em vista a relevância do temperamento na produção animal, pesquisadores têm aprofundado estudos visando entender melhor essa característica, de forma a melhorar o bem-estar animal, aperfeiçoar técnicas e estruturas de manejo e maximizar a eficiência produtiva pela criação de animais mais adequados ao sistema de produção. Busca-se, também, por melhorar outras características, tais como: ganho de peso, contusões em carcaças, dentre outras, correlacionadas com temperamento, que tenham relação com produtividade animal e qualidade de carne.

Alguns programas de melhoramento genético têm avaliado o temperamento em seus rebanhos, na busca por animais mais dóceis, adaptados ao manejo e mais produtivos. Neste contexto, é necessário o entendimento do conceito de temperamento, bem como dos fatores genéticos e ambientais que o influenciam e as metodologias disponíveis para sua avaliação para a correta condução de programas de melhoramento animal que envolva temperamento como critério de seleção.

2. OBJETIVO

O presente estudo utilizou dados de animais da raça Nelore, avaliados pelo programa PAINT e teve por objetivo estimar parâmetros genéticos para escore de temperamento, incluindo a correlação genética desta característica com peso a desmama, mediante diferentes modelos estatísticos para este fim.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Temperamento - definição e relevância

Temperamento é um conceito antigo em psicologia, e há alguns anos passou a ser tratado como característica de interesse na produção de bovinos. Seu conceito é bastante complexo, uma vez que leva a várias conotações interessantes e diferentes definições por diferentes usuários. Dentre as definições mais citadas na literatura, Fordyce et al. (1982) definiram temperamento como uma característica que trata do conjunto de comportamentos dos animais em relação ao homem, geralmente atribuído ao medo.

Segundo Paranhos da Costa (2000), o temperamento tem grande importância por contribuir na otimização da produção animal e como característica de valor econômico, pois tem relação com o estresse e, conseqüentemente, com maiores custos de produção em função de: (1) necessidades de maior número de vaqueiros bem treinados; (2) riscos envolvendo a segurança de trabalhadores; (3) tempo despendido com manejo; (4) necessidade de maior infra-estrutura e manutenção; (5) lotes heterogêneos em função de diferentes graus de susceptibilidade ao estresse de animais; (6) perda de rendimento e qualidade de carne; e (7) diminuição da eficiência na detecção de cio em sistemas que envolvem o uso de inseminação artificial.

Paranhos da Costa et al. (2002) afirmaram “ser mais adequado avaliar os indivíduos considerando apenas um ou alguns aspectos (de forma independente) de seu temperamento, medindo comportamentos que indiquem as tendências de um dado animal em ser mais agressivo, ágil, atento, curioso, dócil, esperto, medroso, reativo, teimoso e tímido, dentre outras características”.

Os bovinos de corte reagem, em diferentes situações, de acordo com o seu temperamento (uma organização hormonal, nervosa e física), que pode ser definido como a percepção e reação dos animais a estímulos que originam medo (Boissy & Bouissou, 1995) ou ao manejo do homem (Aguilar et al., 2004), sendo que o reconhecimento do seu valor econômico é antigo (Burrow et al., 1988) ganhando,

com o passar dos anos, importância como uma característica de produção (Paranhos da Costa et al., 2002; Busby, 2004).

Diversos estudos têm mostrado a importância econômica do temperamento e seus efeitos na produção animal. Fordyce et al. (1985) demonstraram que bovinos mais pesados apresentaram menores escores de temperamento. Petherick et al. (2002) verificaram maior suscetibilidade aos agentes estressores pré-abate de bovinos com temperamento excitável que com temperamento mais calmo. O estresse pode determinar alterações no metabolismo muscular antes ou durante o abate, modificando a qualidade final da carne, e resultar em defeitos conhecidos como carnes PSE (*pale, soft, exudative*) e DFD (*dark, firm, dry*), ou ainda carne escura (*dark cutting*).

Burrow et al. (1988) reportaram maior frequência de detecção de cio em novilhas de corte mais dóceis em manejo de inseminação artificial em relação às menos dóceis e concluíram que os animais dóceis foram mais tolerantes ao observador de cio em relação aos mais agitados, sendo inseminados no momento mais apropriado, resultando em maiores taxas de concepção.

Voisinet et al. (1997) verificaram que animais mais nervosos apresentaram ganho de peso médio diário 10 a 14% menor, quando comparados com animais mais calmos.

Paranhos da Costa (2002) indicou a possibilidade de ganhos diretos e indiretos, em todos os segmentos envolvidos com a produção de carne, quando o comportamento dos bovinos, para a definição de ações de manejo, é levado em conta.

3.2. Metodologias de avaliação de temperamento

As várias metodologias de avaliação de temperamento em bovinos procuram medir a reação animal em relação ao homem e ao manejo imposto pela rotina de trabalho nas fazendas. Diversos testes são utilizados para avaliação de temperamento, sendo os mais comuns na literatura consultada:

Testes de não restrição: em que o animal tem liberdade de movimentação em uma área relativamente espaçosa na presença ou ausência de um observador.

- Teste de distância de fuga: mede a distância na qual um avaliador pode se aproximar antes que o animal reaja, afastando-se (FORDYCE et al., 1996; MATSUNAGA et al., 2002).
- Teste de docilidade: considera não apenas a distância na qual um avaliador pode se aproximar como também o tempo que um animal pode tolerar a aproximação ou ser encurralado em um canto (LE NEINDRE et al., 1995).
- Velocidade de fuga (*Flight Speed*): mede o tempo gasto por um animal para percorrer uma distância conhecida, no qual os animais mais rápidos recebem as piores notas quanto ao temperamento. Muitos testes utilizados atualmente são adaptações do teste de velocidade de fuga, com alterações da distância (PIOVEZAN, 1998; LANIER et al., 2000; BURROW, 2001; PARANHOS DA COSTA et al., 2002; SILVEIRA et al., 2006).
- Escores de temperamento: Utiliza uma escala numérica absoluta para mensurar o temperamento de bovinos de corte, considerando categorias de comportamento quando um avaliador se aproxima do animal. Os valores de escores variaram nos trabalhos encontrados na literatura (escores 1,2 4 e 5 em Carneiro et al. (2007) e Barrozo et al. (2012); 1,2,3,4 e 5 em Figueiredo et al. (2005) e Silveira et al. (2009). Porém, de forma geral, estes têm o objetivo de diferenciar níveis de temperamento que vão desde um animal muito manso a um muito agitado e agressivo (VOISINET et al., 1997; LANIER et al., 2000; MACEDO et al., 2000; FIGUEIREDO et al., 2005; BARROZO et al., 2012).

Testes de restrição: os animais apresentam seus movimentos restritos e os comportamentos mensurados envolvem quantidade de movimentos, vocalizações, chutes, audibilidade da respiração, tentativas de fuga e outros.

- Escore de movimentação: O animal tem seus movimentos avaliados durante contenção na balança ou tronco. Encontram-se variações desse teste na literatura, tais como: variações de escalas, técnicas de medidas de frequência, dentre outros, envolvendo as diversas características de comportamento de testes de restrição (HEARNshaw & MORRIS, 1984; MORRIS et al., 1994; GRANDIN et al., 1995).
- Audibilidade de respiração: o animal é avaliado em escala de 1 a 4, indo de respiração não audível até intensa e frequente (FORDYCE et al., 1982).

A posição e a forma do redemoinho capilar na face do animal têm sido utilizadas como ferramenta bastante prática na avaliação de temperamento de bovinos. Grandin et al. (1995) observaram associação entre padrão de redemoinho capilar e índice de temperamento em 1500 animais de raças de *Bos taurus* e cruzas *B. indicus* x *B. taurus*. Animais com redemoinho capilar alto sobre a fronte eram mais agitados durante o manejo e na saída do brete do que aqueles que apresentavam redemoinho capilar entre e abaixo da linha dos olhos. Os autores ainda perceberam que animais com redemoinho capilar em forma de chama e localizado abaixo da linha dos olhos pareciam ter comportamento mais imprevisível. Neste sentido, além da posição, o tipo do redemoinho também apresenta relação com o temperamento do animal. Em estudo realizado por Lanier et al. (2001), a relação entre posição do redemoinho capilar facial e o temperamento foi avaliada em 1636 bovinos de corte, de leite e suas cruzas. Estes autores concluíram que animais de alta atividade para o comportamento locomotor em pistas de leilões tinham redemoinhos capilares posicionados acima da linha dos olhos.

Níveis de cortisol também são usados na avaliação do temperamento em bovinos. Grandin (1997) cita em sua revisão o cortisol como indicador de estresse de curto período, causado pelo manejo ou outros procedimentos como a castração. Zavy et al. (1992), investigaram o cortisol como indicador de estresse em bezerros europeus (*Bos taurus*) e zebuínos (*Bos indicus*), e maiores concentrações de cortisol foram encontradas nos animais submetidos a situações estressantes, tais como desmama e transporte. Para estes autores, a avaliação do bem-estar animal durante o manuseio e transporte deve conter tanto medidas comportamentais quanto fisiológicas.

Macedo et al. (2009) constataram em doadoras de embriões Nelore no período de superovulação e IA, que aquelas submetidas a uma interação humana pior (mais acidentes, maior tempo para serem manejados, recebem mais gritos dos vaqueiros) respondem com liberação constante de cortisol (similar ao estresse crônico) e apresentam uma taxa de viabilidade embrionária menor, comparado com aquelas animais com concentração de cortisol variável durante os dias do protocolo. Isto mostra que não só o nível de cortisol é importante, mas o período de tempo que o animal fica exposto às concentrações elevadas.

Temperamento é uma característica que abrange vários aspectos do comportamento animal, sendo bastante ampla e sofrendo influência de efeitos genéticos e ambientais. As diversas metodologias existentes para avaliação de temperamento na literatura têm o objetivo de buscar um sistema de avaliação simples, funcional, de fácil implementação e aceitabilidade e que tenha relação com componentes do temperamento associados à resposta do animal ao homem e manejo da fazenda. Tais fatores devem ser considerados pelo selecionador ao optar por avaliar temperamento.

3.3. Efeitos genéticos e ambientais que afetam o temperamento

A compreensão de fatores ambientais e genéticos que possam regular o temperamento tem grande importância para o estabelecimento de métodos de seleção para animais calmos (FORDYCE et al., 1988). Becker (1994) observou que, após realização de teste com animais que apresentaram experiências traumáticas acidentais ao fugirem de instalações, os mesmos passaram a apresentar respostas indesejáveis, com desempenhos insatisfatórios em testes posteriores, apesar dos acidentes ocorrerem após manejo afável.

Becker et al. (1997) submeteram bezerros a repetidas avaliações de temperamento em momentos distintos, observando nesses bezerros reações de tempo de movimentação, de observação, tentativa de fuga, agressividade e ataque em relação ao avaliador totalmente imóvel e sem emitir sons. Os mesmos autores relataram que bezerros não submetidos a manejo afável apresentaram temperamento mais agressivo em relação aos avaliadores quando comparados aos que receberam manejo afável e concluíram que tais resultados sugeriram a habituação às rotinas de manejo e o manejo afável como fatores importantes na redução de comportamentos agitados e agressivos.

Burrow (1997) observou que o comportamento materno tem efeito importante sobre o temperamento e desempenho da progênie. No entanto, ressaltou serem necessários mais estudos para quantificar esse efeito.

Estudos relataram a influência da raça ou composição racial sobre o temperamento. Tulloh (1961), utilizando avaliação subjetiva de temperamento com

escala de “1” a “6” (variando de dócil a agressivo) de animal contido em brete, encontrou diferenças de temperamento entre animais das raças Hereford, Angus e Shorthorn. Hearnshaw & Morris (1984), avaliando temperamento por escores de movimentação em ambiente restrito, verificaram que mestiços de *Bos taurus indicus* e suas cruzas foram mais difíceis de manejar que animais puros ou de raças compostas por cruzamentos entre *Bos taurus taurus*. Fordyce et al. (1984) também observaram temperamento mais brando em raças taurinas quando comparadas a zebuínas. Spironelli (2006) observou menores médias para todas as variáveis indicadoras de reatividade na raça Braford em relação à Nelore, para tensão e escore composto.

Vários estudos apresentam resultados diferentes sobre a influência do sexo do animal sobre temperamento, não sendo possível concluir se há uma relação entre essas duas variáveis em bovinos de corte (BURROW, 1997).

Em estudo realizado por Tulloh (1961) verificou-se que machos castrados apresentaram melhor temperamento que novilhas. Prinzenberg et al. (2006), associando avaliações realizadas por metodologias de restrição, não restrição e marcadores genéticos em bezerros avaliados em idades distintas, observaram que o sexo do animal afetou o temperamento, sendo os machos mais dóceis no momento da pesagem em relação às fêmeas.

Hinch & Lynch (1987), ao analisarem temperamento utilizando tempo necessário para condução de animais em ambiente aberto, relataram não haver diferenças para temperamento entre touros e animais castrados. Hearnshaw & Morris (1984) não encontraram diferenças entre temperamento de reprodutores e novilhas, assim como Burrow et al. (1988) não relataram diferenças de temperamento entre reprodutores e bezerras na desmama. No entanto, aos 18 meses de idade, os reprodutores apresentaram escores de temperamento menores em relação às novilhas. Hearnshaw & Morris (1984) descreveram que bezerros com níveis nutricionais medianos apresentaram maiores valores de escore de temperamento.

O manejo tem papel importante sobre o temperamento de bovinos, estando suas reações ligadas à qualidade das ações humanas realizadas em relação aos animais. Em um sistema com manejo eficiente e regular, que estabelece o contato

do animal com o homem, os animais são mais dóceis, principalmente se o contato ocorrer nos primeiros meses de vida do bezerro ou até o início da fase pós-desmama (BOIVIN et al., 1992). Adicionalmente, o temperamento parece sofrer influência importante de fatores genéticos, que contribuiriam para as diferenças observadas entre os bovinos (MOURÃO et al., 1998).

3.4. Temperamento - aplicação na seleção genética

Um aspecto importante na avaliação genética de animais é a estimação e utilização de parâmetros genéticos específicos da população estudada, tais como herdabilidade e correlação genética entre características. A herdabilidade (h^2) é uma medida de intensidade de relação entre desempenho fenotípico e valor genético para uma característica em uma determinada população. De forma geral, mede a influência dos genes de ação aditiva na expressão de uma dada característica. Tem grande importância para o melhoramento animal, posto que a resposta à seleção é influenciada pela herdabilidade da característica que se deseja selecionar.

Na Tabela 1 são apresentadas estimativas de herdabilidade para medidas de temperamento em bovinos de corte encontradas na literatura consultada, com a descrição das respectivas metodologias estatísticas utilizadas para estimação dos componentes de variância.

Tabela 1. Teste para temperamento, referências, raças utilizadas nos estudos, metodologia estatística e estimativas de herdabilidade (h^2) para medidas de temperamento.

Teste para temperamento	Referência	Raça avaliada	Metodologia estatística	h^2
Escore de temperamento	Sant'anna et al. (2013)	Nelore	Inferência Bayesiana	0,15
Escore de temperamento	Barrozo et al. (2012)	Nelore	REML	0,18
Escore de temperamento	Carneiro et al.(2007)	Nelore	REML	0,18
Escore de temperamento	Figueiredo et al.(2005)	Nelore	REML	0,17
Distância de fuga	Matsunaga et al. (2002)	Nelore	Método R	0,13
Velocidade de fuga ¹ ; Escore de agitação ²	Paranhos da Costa et al. (2002)	Nelore, Gir, Guzerá e Caracu	REML	0,35 ¹ ; 0,34 ²
Velocidade de fuga	Burrow (2001)	Belmont Red	REML	0,40-0,44
Velocidade de fuga ¹ ; Escore composto ²	Piovezan (1998)	Zebuínas e européia	REML	0,35 ¹ ; 0,34 ²
Escore de docilidade	Le Neindre et al. (1995)	Limousin	REML	0,22
Escore de temperamento	Hearnshaw & Morris (1984)	Diversas	Quadrados mínimos	0,46
Distância de fuga	Fordyce et al. (1996)	Diversas	Quadrados mínimos	0,70
Movimentação ¹ ; Audibilidade de respiração ² ; Escore de balança ³	Fordyce et al. (1982)	Diversas	Quadrados mínimos	0,17 ¹ ; 0,57 ² ; 0,67 ³

Várias pesquisas têm indicado que o temperamento pode responder à seleção (PRAYAGA et al., 2009 MOURÃO et al., 1998; BURROW & CORBET, 2000). As estimativas de herdabilidade encontradas para bovinos, nestes e em outros trabalhos, geralmente são de baixa a moderada magnitude, o que permite inferir que, em longo prazo, é possível modificar as populações pela aplicação de seleção para essa característica. (FORDYCE et al., 1982).

É importante ressaltar que a maioria dos trabalhos consultados que avaliaram escores de temperamento utilizaram modelo linear para estimativa dos parâmetros genéticos. Dada a natureza categórica destes escores, bem como sua distribuição assimétrica, haveria a possibilidade de que alguns dos pressupostos do modelo linear não fossem atendidos no caso da análise de tais características, tais como normalidade e homocedasticidade dos resíduos. Seria importante avaliar as diferenças e eventuais vantagens da aplicação de modelos estatísticos com pressupostos mais adequados à análise genética em tal situação, como, por exemplo, modelos de limiar (GIANOLA & FOULLEY, 1983).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de escore de temperamento e peso a desmama de animais da raça Nelore nascidos entre os anos de 1994 a 2012, oriundos de 110 rebanhos, colhidos e cedidos pelo Programa de Melhoramento Genético PAINT®, da empresa CRV Lagoa Ltda. O banco após as consistências dos dados continha registros de 285.020 animais.

O sistema de criação foi similar entre as fazendas, sendo os animais mantidos a pasto, com acesso a suplementação em épocas de seca.

4.1. Descrição das avaliações de peso a desmama no PAINT®

Os grupos de manejo foram formados considerando-se mês de nascimento, sexo e capacidade de suporte de pastagens, ou seja, conforme a distribuição dos nascimentos, sexo, no qual machos são separados de fêmeas e disponibilidade de pastagens de cada fazenda. Na desmama, em que os animais tinham idade média em torno de 7 meses, tais grupos foram submetidos a jejum alimentar e hídrico de 12 a 14 horas e, em seguida, pesados e avaliados para os escores visuais de conformação (C), precocidade (P), musculosidade (M) e umbigo (U). Após avaliação genética, bezerros considerados inferiores na desmama foram descartados na proporção de aproximadamente 50% dos machos e 20% das fêmeas.

4.2. Descrição das avaliações de temperamento no PAINT®

A avaliação de temperamento foi realizada ao sobreano, quando os animais tinham idade entre 15 e 18 meses. Os escores de temperamento foram atribuídos imediatamente após a saída do animal da balança, quando este era solto sozinho em uma das divisões do curral e então avaliado.

Os escores de temperamento foram classificados numa escala absoluta de “1” a “5”, sendo que a nota “3” não foi utilizada nas avaliações com a intenção de estabelecer uma melhor diferenciação entre as classes de maior ou menor intensidade de temperamento (CRV LAGOA, 2013) e evitar tendência por parte de avaliadores em fazer uso da nota “3” quando estes apresentavam dificuldade em ter uma boa distinção entre diferentes níveis de temperamento.

A descrição dos critérios de uso para cada escore na avaliação de temperamento do programa PAINT® é citada por Carneiro et al. (2006), sendo apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Descrição do escore de temperamento utilizado no PAINT®

Escore	Temperamento	Descrição
1	Muito dócil	Animal calmo e de fácil manejo. Não demonstra incômodo em relação ao ambiente de curral ou à presença humana. Não busca por fuga. Movimenta-se de forma lenta e tranqüila.
2	Dócil ¹	Animal calmo e de fácil manejo. Não demonstra incômodo em relação ao ambiente de curral ou à presença humana. Não busca por fuga. Movimenta-se com agilidade sem apresentar movimentos bruscos. Está atento ao ambiente e ao que ocorre à sua volta, mas não apresenta agressividade.
4	Agitado	Animal agitado. Revela-se incomodado com o ambiente do curral e presença humana. Busca por fuga, mas não tenta romper ou saltar a cerca do curral. Movimenta-se com agilidade, e apresenta movimentos bruscos. Está atento ao ambiente e ao que ocorre à sua volta, mas não apresenta agressividade.
5	Agressivo	Animal agitado. Revela-se incomodado com o ambiente do curral e presença humana. Apresenta movimentos ágeis e bruscos. Está atento ao ambiente e ao que ocorre à sua volta. Tenta romper ou saltar a cerca do curral e demonstra agressividade em relação à presença humana.

¹ A nota 2 é considerada como sendo a mais próxima do comportamento ideal.

4.3. Informações sobre os dados

Procedeu-se a análise exploratória dos dados utilizando o programa estatístico R, v. 2.15.0 (Development Core Team, 2012). Tal procedimento teve por objetivo identificar e eliminar registros que pudessem prejudicar a análise genética das características em estudo, tais como: observações discrepantes, registros de desempenho incompletos ou inconsistentes, animais com duplicidade de identificação e erros de *pedigree*. Após este procedimento, diferentes modelos estatísticos foram utilizados visando identificar efeitos ambientais importantes sobre as características em estudo.

Os grupos de contemporâneos (GC) utilizados foram formados a partir da concatenação das seguintes informações:

- Grupo de contemporâneo ao nascimento (GCn): criador, safra e sexo
- Grupo de contemporâneo a desmama (GCd): GCn, fazenda de desmama, grupo de manejo de desmama e data de desmama.
- Grupo de contemporâneo ao sobreano (GCs): GCd, fazenda de sobreano, grupo de manejo de sobreano e data de sobreano.

Foram excluídos do banco de dados GC formados por filhos de um único touro e/ou com menos de 10 animais, bem como dados da progênie de touros com menos de 10 filhos. No caso de GC ao sobreano, também foram excluídos grupos sem variabilidade para temperamento, a fim de evitar grupos com apenas um escore (*extreme category problem*) (MISZTAL & GIANOLA, 1989) na análise genética desta característica.

O pacote 'lfe' do software R foi utilizado para o ajuste de modelos estatísticos visando identificar variáveis com efeito significativo sobre peso a desmama e temperamento, de modo a definir os modelos estatísticos posteriormente empregados na análise genética.

Após a edição dos dados e eliminação de informações inconsistentes, o total de grupos de contemporâneos (GC) posteriormente considerados nas análises foi 5.808 para GCs e 6.143 para GCd, sendo o número médio de 33 animais dentro de GCd e 37 animais dentro de GCs.

4.4. Modelos Estatísticos

Os componentes de variância para peso a desmama (PDES) e temperamento (TEMP) foram estimados por meio do ajuste de modelo animal uni-característica linear e bi-característica do tipo linear-linear (Modelos 1, 2 e 3, respectivamente).

No modelo 1, foram incluídos os efeitos fixos de grupo de contemporâneos a desmama (GCd); covariáveis com efeitos linear e quadrático ajustados ao sexo, para idade a desmama do animal, idade da vaca ao parto e efeitos linear, quadrático e cúbico de data Juliana de nascimento; além dos efeitos aleatórios: aditivo direto do animal, aditivo materno e ambiente permanente materno e residual. Tal modelo pode ser descrito matricialmente por:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Z}_1\mathbf{a} + \mathbf{Z}_2\mathbf{m} + \mathbf{Wc} + \mathbf{e} \quad (1)$$

Sendo:

\mathbf{Y} = vetor de observações para peso à desmama

\mathbf{b} = vetor de efeitos fixos de GCd e covariáveis.

\mathbf{a} = vetor de efeitos aleatórios genéticos aditivos de animal.

\mathbf{m} = vetor de efeitos aleatórios genéticos aditivos maternos.

\mathbf{c} = vetor de efeitos aleatórios de ambiente permanente materno.

\mathbf{e} = termo residual aleatório.

\mathbf{X} , $\mathbf{Z}_1\mathbf{a}$ e $\mathbf{Z}_2\mathbf{m}$ e \mathbf{W} são matrizes de incidência relacionando os elementos \mathbf{b} , \mathbf{a} , \mathbf{m} , e \mathbf{c} ao vetor \mathbf{Y} , respectivamente. Pressupõe-se que: \mathbf{a} , $\mathbf{m} \sim \text{MVN}\left(\begin{matrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{matrix}; \mathbf{GA}\right)$, $\mathbf{c} \sim N(0, I \sigma_c^2)$

e $\mathbf{e} \sim N(0, I \sigma_e^2)$, em que $\mathbf{G} = \begin{bmatrix} \sigma_{ad}^2 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \sigma_{am}^2 \end{bmatrix}$, \mathbf{A} é a matriz de parentesco e \mathbf{I} uma matriz identidade de ordem igual ao número de observações.

No modelo 2, foram incluídos os efeitos fixos de grupo de contemporâneos ao sobreano (GCs); covariáveis com efeitos linear e quadrático ajustados ao sexo, de idade ao sobreano do animal, idade da vaca ao parto e efeito aleatório aditivo de animal. Em notação matricial, o modelo animal linear empregado na análise pode ser descrito por:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Za} + \mathbf{e} \quad (2)$$

Sendo:

Y = vetor de observações para temperamento

b = vetor de efeitos fixos de GCs e covariáveis.

a = vetor de efeitos aleatórios genéticos aditivos de animal.

e = termo residual aleatório

X e Z são matrizes de incidência relacionando os elementos b e a a TEMP, respectivamente. Pressupõe-se que: $a \sim N(0; A\sigma_a^2)$ e $e \sim N(0; I\sigma_e^2)$, em que A é a matriz de parentesco e I uma matriz identidade de ordem igual ao número de observações.

O modelo 3 para PDES e TEMP incluíram os mesmos efeitos anteriormente descritos nos modelos 1 e 2, respectivamente, sendo os efeitos das covariáveis também ajustados separadamente para cada sexo. O modelo pode ser descrito matricialmente por:

$$Y = X\beta + Z_1a + Z_2m + Wc + e \quad (3)$$

Sendo:

Y = vetor de observações para peso a desmama e temperamento

β = vetor de efeitos fixos de GCd, GCs e covariáveis.

a = vetor de efeitos aleatórios genéticos aditivos de animal para peso a desmama e temperamento.

m = vetor de efeitos aleatórios genéticos aditivos maternos para peso a desmama.

c = vetor de efeitos aleatórios de ambiente permanente materno para peso a desmama.

e = termo residual aleatório para peso à desmama e temperamento.

X , Z_1 , Z_2 e W são matrizes de incidência relacionando os elementos de β , a , m , e c ao vetor Y , respectivamente. Pressupõe-se que: $a \sim MVN(0; GA)$, $m \sim MVN(0; MA)$,

$c \sim N(0, PI)$ e $e \sim N(0, RI)$. Seguindo esta notação, $G = \begin{bmatrix} \sigma_{11}^2 & \sigma_{12}^2 \\ \sigma_{12}^2 & \sigma_{22}^2 \end{bmatrix}$ é a matriz de covariâncias dos efeitos aditivos diretos, sendo σ_{11}^2 , σ_{12}^2 e σ_{22}^2 a variância aditiva para PDES, a covariância aditiva entre PDES e TEMP e variância aditiva para TEMP, respectivamente, A é a matriz do numerador dos coeficientes de parentesco, I representa uma matriz identidade de ordem apropriada a cada situação, enquanto

M e C representam, respectivamente, matrizes de covariância para os efeitos aditivos maternos e de ambiente permanente materno entre PDES e TEMP, as quais incluíram elementos não-nulos apenas no caso das variâncias relativas a PDES.

Estimativas de máxima verossimilhança restrita (REML) dos componentes de variância para PDES e TEMP, considerando os modelos linear uni-característica e bi-característica, foram obtidas utilizando-se o programa AIREMLF90 (Misztal, 2013).

Também foram estimados, por meio de inferência Bayesiana, os componentes de variância para TEMP empregando-se um modelo animal de limiar (Modelo 4) e para PDES e TEMP, empregando-se um modelo animal bi-característica do tipo linear-limiar (Modelo 5). Os modelos para PDES e TEMP incluíram os mesmos efeitos anteriormente descritos nos modelos 1 e 2, respectivamente, excetuando-se o fato de que os efeitos das covariáveis não foram ajustados separadamente para cada sexo no modelo 5.

O modelo de limiar uni-característica utilizado para análise genética do escore de temperamento pode ser descrito da seguinte forma:

$$Y^* = Xb^* + Za^* + e^* \quad (4)$$

Sendo:

Y^* = vetor com as observações dos escores de temperamento.

b^* = vetor de efeitos fixos de GCs e covariáveis.

a^* = vetor de efeitos aleatórios genéticos aditivos de animal.

e^* = termo residual aleatório

X e Z são matrizes de incidência relacionando os elementos b^* e a^* com Y^* , respectivamente. Pressupõe-se que: $a^* \sim N(0; A\sigma_a^2)$ e $e^* \sim N(0; I\sigma_e^2)$, em que A é a matriz de parentesco e I uma matriz identidade de ordem igual ao número de observações.

Como TEMP foi definido em categorias ordenadas e mutuamente exclusivas, o modelo assumido incluiu um conjunto de três limiares (t_1 , t_2 e t_3) correspondentes aos valores na escala subjacente (sob a suposição de que $t_0 = -\infty$ e $t_4 = \infty$), de tal modo que: se $Y^* < t_1$, TEMP = 1; se $t_1 < Y^* < t_2$, TEMP = 2; se $t_2 < Y^* < t_3$, TEMP = 3 e se $Y^* < t_3$, TEMP = 4.

O modelo de linear-limiar bi-característica utilizado para análise genética do escore de temperamento pode ser descrito da seguinte forma:

$$\gamma^* = X\beta^* + Z_1a^* + Z_2m^* + Wc^* + e^* \quad (5)$$

Sendo:

γ^* = vetor com as observações do peso a desmama e temperamento.

β^* = vetor de efeitos fixos de GCd, GCs e covariáveis.

a^* = vetor de efeitos aleatórios genéticos aditivos de animal para peso a desmama e temperamento.

m = vetor de efeitos aleatórios genéticos aditivos maternos para peso a desmama.

c = vetor de efeitos aleatórios de ambiente permanente materno para peso a desmama.

e^* = termo residual aleatório para peso a desmama e temperamento.

X , Z_1 , Z_2 e W são matrizes de incidência relacionando os elementos β^* , a^* , m^* e c^* com γ^* , respectivamente. Pressupõe-se que: Para peso a desmama: $m \sim MVN(0; MA)$, $m \sim MVN(0; MA)$ $c \sim N(0, PI)$ e $e \sim N(0, RI)$ Seguindo esta notação,

$M = \begin{bmatrix} \sigma^2_{m11} & \sigma^2_{m12} \\ \sigma^2_{m12} & \sigma^2_{m22} \end{bmatrix}$, é a matriz de covariâncias dos efeitos aditivos diretos, sendo σ^2_{m11} , σ^2_{m12} e σ^2_{m22} a variância aditiva para PDES, a covariância aditiva entre PDES e TEMP e variância aditiva para TEMP, respectivamente, A é a matriz do numerador dos coeficientes de parentesco, I representa uma matriz identidade de ordem apropriada a cada situação, enquanto M e C representam, respectivamente, matrizes de covariância para os efeitos aditivos maternos e de ambiente permanente materno entre PDES e TEMP, as quais incluíram elementos não-nulos apenas no caso das variâncias relativas a PDES.

Como TEMP foi definido em categorias ordenadas e mutuamente exclusivas, o modelo assumido incluiu um conjunto de três limiares (t_1 , t_2 e t_3) correspondentes aos valores na escala subjacente (sob a suposição de que $t_0 = -\infty$ e $t_4 = \infty$), de tal modo que: se $Y^* < t_1$, TEMP = 1; se $t_1 < Y^* < t_2$, TEMP = 2; se $t_2 < Y^* < t_3$, TEMP = 3 e se $Y^* < t_3$, TEMP = 4.

Para ambos os modelos 4 (limiar) e 5 (linear-limiar), empregou-se o programa THRGIBBSF90 (LEGARRA et al., 2013), sendo que para o modelo 4 foi gerada uma

cadeia com 500.000 iterações, após um período de *burn-in* de 25.000 iterações, sendo as amostras armazenadas a cada 50 iterações. Já para o modelo 5, devido à sua maior complexidade, foram geradas, em paralelo, três cadeias de 200.000 iterações, sendo as amostras armazenadas a cada 50 iterações, de modo a permitir redução no tempo de processamento requerido. Foram definidas distribuições “*a priori*” não informativas para todos os efeitos e para as variâncias genéticas. No modelo 5, atribui-se valores iniciais para cadeia de tal modo que elas fossem geradas a partir de pontos dispersos no espaço paramétrico, conforme preconizado pelo teste de Gelman & Rubin (1992).

4.5. Diagnóstico de convergência

Para a análise, segundo o Modelo 4, o diagnóstico de convergência da cadeia gerada pelo amostrador de Gibbs foi monitorado por meio de inspeção visual (análise gráfica), além dos diagnósticos de Geweke (1992) e de Heidelberger & Welch (1983), apropriados para diagnóstico de convergência quando uma única cadeia é analisada. Tal diagnóstico foi realizado com o auxílio do pacote 'coda' (R, v. 2.15.0), que também foi utilizado para calcular estatísticas descritivas das distribuições marginais posteriores dos parâmetros (média, desvio padrão (DP), número de amostras efetivas, região de credibilidade a 95% de probabilidade).

Geweke (1992) propôs diagnóstico de convergência para as cadeias Markov baseado em um teste de comparação das médias das 10% primeiras iterações com as 50% últimas iterações. Assume-se que a estatística do teste segue uma distribuição normal padrão (z-score). A obtenção de valores de z no intervalo entre $-1,96 < z < 1,96$ (adotando-se $\alpha=5\%$), não representa evidência suficiente para rejeitar a hipótese nula de que as médias comparadas pertencem à mesma distribuição, deste modo inferindo-se que a cadeia atingiu a fase estacionária e as amostras obtidas são representativas de sua distribuição posterior. O z-score é calculado sob a suposição de que as duas partes da cadeia são assintoticamente independentes com variâncias dentro do intervalo z.

O critério de Heidelberger & Welch (1983) utiliza a estatística de Cramer-von-Mises para testar a hipótese nula de que a amostra tomada para o teste segue uma distribuição estacionária. O teste é aplicado a toda a cadeia e depois aos 10%, 20%

e sucessivas primeiras iterações até que a hipótese nula seja aceita, ou até atingir 50% das iterações. A obtenção de valores para esta estatística que permitam rejeitar a hipótese nula indica que a cadeia não atingiu a fase estacionária, de modo que um número maior de iterações devem ser analisadas (COWLES & CARLIN, 1996). Em seguida, o critério de Heidelberger & Welch (1983) utiliza o teste de Halfwidth para verificar se a estimativa da média foi calculada com uma acurácia maior ou igual a um valor pré-especificado. O teste estima a metade da amplitude do intervalo de credibilidade em torno do valor médio. Tomando um ϵ arbitrário (erro), verifica-se a relação entre o teste de Halfwidth e a média calculada é inferior a ϵ , caso isso aconteça, a média estimada estará com um erro aceitável, podendo assim ser tomada como a média da distribuição de interesse.

As estimativas de funções dos componentes de variância estimados (herdabilidade e correlações genética e ambiental) foram calculadas a partir das amostras vetor a vetor, sendo então estimadas as médias de suas distribuições marginais *a posteriori*.

Para o Modelo 5, em que foram geradas 3 cadeias em paralelo, o diagnóstico de convergência da análise foi realizado de acordo com o teste proposto por Gelman & Rubin (1992). Estes autores propuseram um teste que preconiza simulação de duas ou mais cadeias em paralelo, cujos valores iniciais devem ser inicializados de modo bem disperso no espaço paramétrico. Neste teste, a convergência é assumida quando os valores posteriores das cadeias convergem para um mesmo valor final. A função é aplicada individualmente a cada parâmetro da cadeia e é baseada em uma comparação da média da variância dentro de cadeias com a variância entre as cadeias simuladas, de modo semelhante à análise clássica de variância. A estatística do teste, calculada com base nos resultados desta análise, é chamada fator de redução potencial de escala (PSRF). Assume-se convergência aproximada quando o limite superior para o intervalo de confiança de PSRF for menor que 1,1 ou 1,2. Pressupõe-se que a distribuição estacionária dos parâmetros avaliados é normal.

4.6. Correlações de Spearman e acurácias estimadas entre os diferentes modelos

A fim de fornecer uma avaliação comparativa do desempenho dos animais nos diferentes modelos (1, 2, 3, 4 e 5) foi feita a verificação da associação entre os EBVs de temperamento considerando todos os animais, os top 20% (definidos usando-se o modelo 5 como padrão) de todos os animais e os top 20% dos touros por meio da correlação de Spearman (correlação de *rank*). Para essas correlações, foram considerados apenas os animais que apresentavam informações de PDES e TEMP. Também foram calculadas as acurácias estimadas dos EBVs dos touros e vacas com a finalidade de comparar os diferentes modelos.

5. RESULTADOS

5.1. Estatísticas descritivas das características em estudo

Os resultados da análise descritiva das características estudadas são apresentados na Tabela 3, considerando a informação disponível após a etapa de edição e verificação de consistência dos dados.

Tabela 3. Estatísticas descritivas do conjunto de dados utilizado para estimativa de componentes de variância de temperamento (TEMP) e peso a desmama (PDES), em bovinos da raça Nelore.

Característica	Nº OBS	Nº GC	SGC	Score 1	Score 2	Score 4	Score 5
TEMP	189.347	5.808	33 ± 26	55.014	92.342	37.990	4.001
			(4; 285)	(29%)	(49%)	(20%)	(2%)
				MÉDIA ± SD	MÍN	MÁX	
PDES	230.108	6.143	37 ± 31	186,8 ± 30,90	76	295	
			(10; 385)				

GC: grupo de contemporâneos; **Nº OBS:** Número de observações; **Nº GC:** número de níveis de GC; **SGC:** número médio ± desvio-padrão (mínimo; máximo) de animais dentro de cada GC, respectivamente; **Score 1 a**

Escore 5: Número (e porcentagem do total) de animais em cada classe de escore de temperamento; **MÉDIA±SD, MÍN e MÁX:** média ± desvio-padrão, valor mínimo e valor máximo para as observações de peso à desmama, respectivamente.

Para a característica escore de temperamento, os percentuais de animais incluídos nas categorias 1, 2, 4 e 5 foram, respectivamente, 29, 49, 20 e 2% (Tabela 3), de modo que o presente trabalho apresentou uma boa variabilidade fenotípica dos escores de temperamento.

5.2. Estimativas de componentes de variância e herdabilidade das características em estudo

Na Tabela 4 são apresentados os componentes de variância estimados para temperamento e peso a desmama em análises uni-característica, sob modelo linear.

Tabela 4. Estimativas de componentes de variância e herdabilidade obtidas para peso a desmama (PDES) e temperamento (TEMP) de bovinos Nelore, em análises uni-característica (modelos 1 e 2, respectivamente).

Característica	$\sigma^2_a \pm SE$	$\sigma^2_m \pm SE$	$\sigma^2_{ap} \pm SE$	$\sigma^2_e \pm SE$	h^2_a	h^2_m
PDES	74,764 ±	67,044 ±	49,136 ±	190,15 ±	0,195 ±	0,175 ±
	3,95	4,13	3,75	2,59	0,0029	0,0029
	$\sigma^2_a \pm SE$			$\sigma^2_e \pm SE$	$h^2_a \pm SE$	
TEMP	0,103 ±			0,378 ±	0,215 ±	
	0,004			0,003	0,003	

σ^2_a , σ^2_m , σ^2_{ap} , σ^2_e : estimativas de variância genética aditiva direta, variância genética aditiva materna, variância do efeito de ambiente permanente materno e variância residual, respectivamente; h^2_a , h^2_m , c^2 : estimativas de herdabilidade direta, materna e proporção da variância associada ao efeito de ambiente permanente materno, respectivamente; **SE**: erro padrão.

Na Tabela 5 são apresentados os componentes de variância estimados para temperamento e peso a desmama em análise bi-característica (modelo linear-linear).

Tabela 5. Estimativas dos componentes de variância, herdabilidades, médias, erros-padrão (SE), e correlações (rg e re) entre PDES e TEMP de bovinos Nelore obtidas por modelo linear-linear bi-característica (modelo 3).

Característica	Parâmetro	Estimativa REML	SE
PDES	σ^2_a	76,162	0,1774
	σ^2_m	65,792	0,1533
	σ^2_{ap}	49,597	0,1155
	σ^2_e	190,09	0,5604
	h^2_a	0,1995	0,0029
	h^2_m	0,1723	0,0029
TEMP	σ^2_a	0,1039	0,0002
	σ^2_e	0,3783	0,0011
	h^2	0,2155	0,0032
PDES-TEMP	rg	-0,3334	0,0093
	re	-0,0601	0,0034

σ^2_a , σ^2_m , σ^2_{ap} , σ^2_e : estimativas de variância genética aditiva direta, variância genética aditiva materna, variância do efeito de ambiente permanente materno e variância residual, respectivamente; h^2_a , h^2_m : estimativas de herdabilidade direta, materna, respectivamente; **rg**, **re**: estimativas de correlação genética e residual, respectivamente; **SE**: erro padrão entre PDES e TEMP.

5.3. Estimativas de componentes de variância e herdabilidade das características estudadas sob abordagem bayesiana

Na Tabela 6 são apresentadas as estimativas dos componentes de variância e herdabilidade obtidos para temperamento utilizando modelo de limiar uni-característica.

Tabela 6. Estimativas da distribuição marginal posterior de componentes de variância e herdabilidade do escore de temperamento de bovinos Nelore sob modelo limiar uni-característica (modelo 4)

Parâmetro	Distribuição Marginal Posterior				
	Média	SD	HD95.low	HD95.up	NAE
σ_a^2	0,0973	0,0053	0,0873	0,1081	1241
σ_e^2	0,2721	0,0527	0,1870	0,3749	9500
thr3	1,5442	0,3433	1,0120	2,2020	9499
h_a^2	0,2677	0,0305	0,2068	0,3232	5983

Média e SD: média e desvio padrão das estimativas da distribuição marginal posterior; **NAE:** número de amostras efetivas; **h^2 :** herdabilidade; **thr3:** limiar separando as categorias 4 e 5 para TEMP (os dois primeiros limiares foram mantidos fixos em 0 e 1, respectivamente, conforme Sorensen et al., 1995); **HD.low e HD.up:** limites inferior e superior para o intervalo de credibilidade a 95% de probabilidade.

Na Figura 1, apresentam-se gráficos dos valores amostrados para cada parâmetro ao longo das iterações (*trace plot*) e gráficos de densidade das estimativas *a posteriori* dos parâmetros estimados. A inspeção visual de tais resultados permite inferir que a cadeia de Gibbs atingiu a fase estacionária.

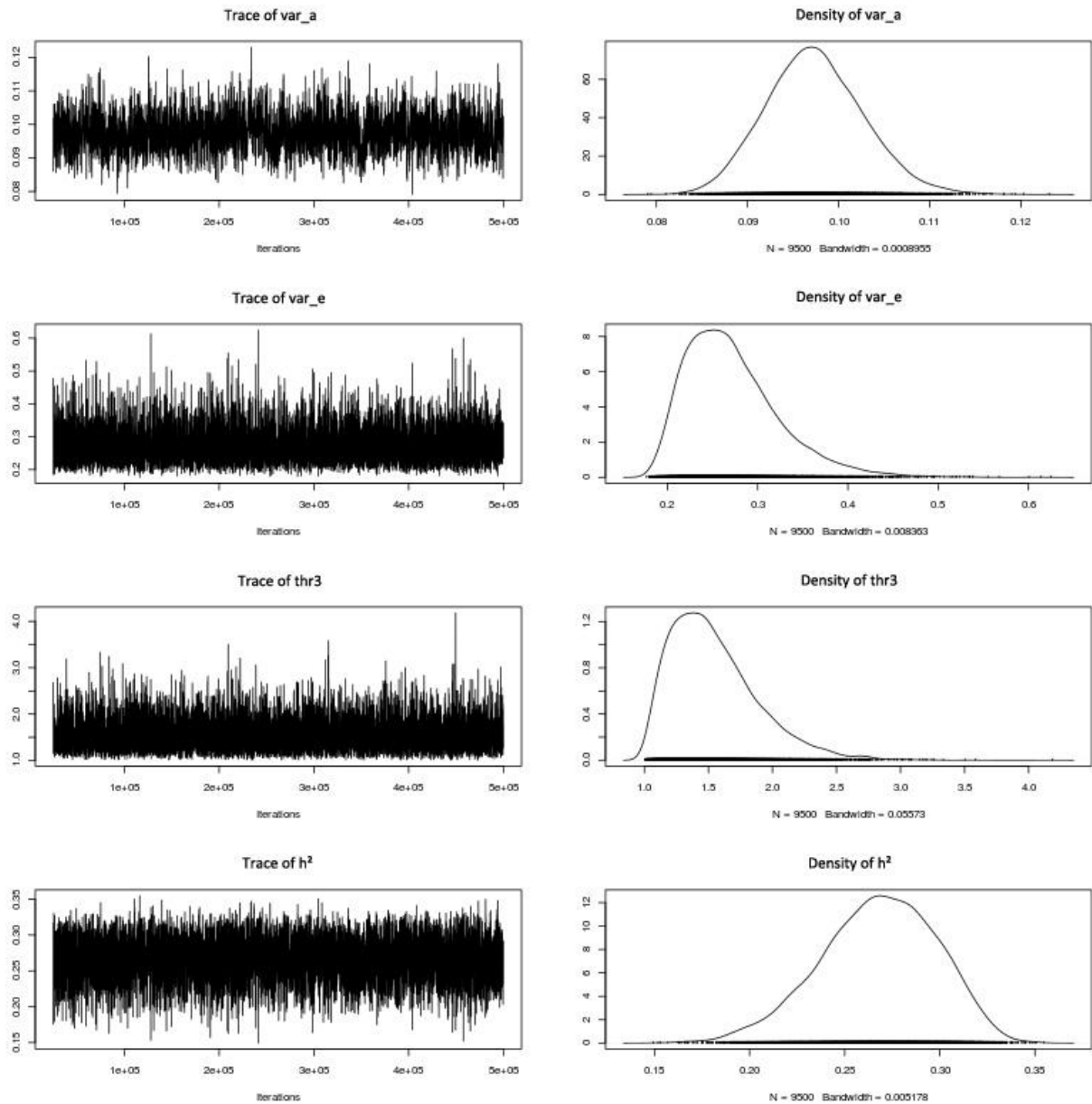


Figura 1. Trajetória da cadeia (direita) e densidade de probabilidade (esquerda) das estimativas da distribuição *a posteriori* de σ^2_a , σ^2_e , limiar e herdabilidade para escore de temperamento de bovinos Nelore sob modelo de limiar.

var_a, **var_e**: variância genética aditiva direta e variância residual, respectivamente do TEMP; **thr3**: limiar separando as categorias 4 e 5 para TEMP (os dois primeiros limiares foram mantidos fixos em 0 e 1, respectivamente, conforme Sorensen et al., 1995); **h²**: herdabilidade.

Na Tabela 7 são apresentadas as estimativas dos componentes de variância e herdabilidade para peso a desmama e temperamento sob modelo linear- limiar bi-característica.

Tabela 7. Distribuição marginal posterior para PDES e TEMP sob modelo linear-limiar bi-característica (modelo 5).

Parâmetros	Coeficientes	Média	SD	HD95.low	HD95.up	NAE
PDES	σ^2_a	76,146	4,761	67,6	84,33	412
	σ^2_m	66,104	4,196	58,49	74,75	174
	σ^2_a	49,251	3,909	41,3	56,12	183
	σ^2_e	190,253	3,571	184,8	195,6	625
	h^2_a	0,1994	0,0122	0,1782	0,2205	408
	h^2_m	0,1731	0,0110	0,1526	0,1954	173
TEMP	σ^2_a	0,0944	0,0054	0,0850	0,1042	1406
	σ^2_e	0,2706	0,0484	0,1949	0,3674	12606
	h^2	0,2621	0,0290	0,2056	0,3156	5125
	thr3	1,524	0,3271	1,019	2,154	12000
PDES - TEMP	cova	-0,9101	0,0928	-1,094	-0,7477	762
	cove	-0,5213	0,0873	-0,6904	-0,3613	1155
	rg	-0,3397	0,0322	-0,4016	-0,2808	573
	re	-0,0729	0,0102	-0,0906	-0,0531	823

σ^2_a , σ^2_m , σ^2_{ap} , σ^2_e : estimativa de variância genética direta, materna, de ambiente permanente e residual, respectivamente; h^2_a , h^2_m : herdabilidade direta e materna, respectivamente; **Média e SD**: média e desvio padrão das estimativas da distribuição marginal posterior; **NAE**: número de amostras efetivas; **thr3**: limiar separando as categorias 4 e 5 para TEMP; **HD.low e HD.up**: limites inferior e superior para o intervalo de credibilidade a 95% de probabilidade confiança **rg**: coeficiente de correlação genética; **re**: coeficiente de correlação residual; **cova**, **cove**: covariância genética e residual entre PDES e TEMP.

Na Figura 2 estão representadas as trajetórias das estimativas (traceplots) obtidas de Gibbs (fase estacionária) Cada uma das 3 cadeias simuladas é representada por uma cor. Pode-se observar que a despeito dos diferentes valores iniciais usados em cada cadeia, as estimativas de todas elas convergem para uma mesma faixa de valores. sob o modelo 5, que permitem identificar visualmente a convergência das cadeias

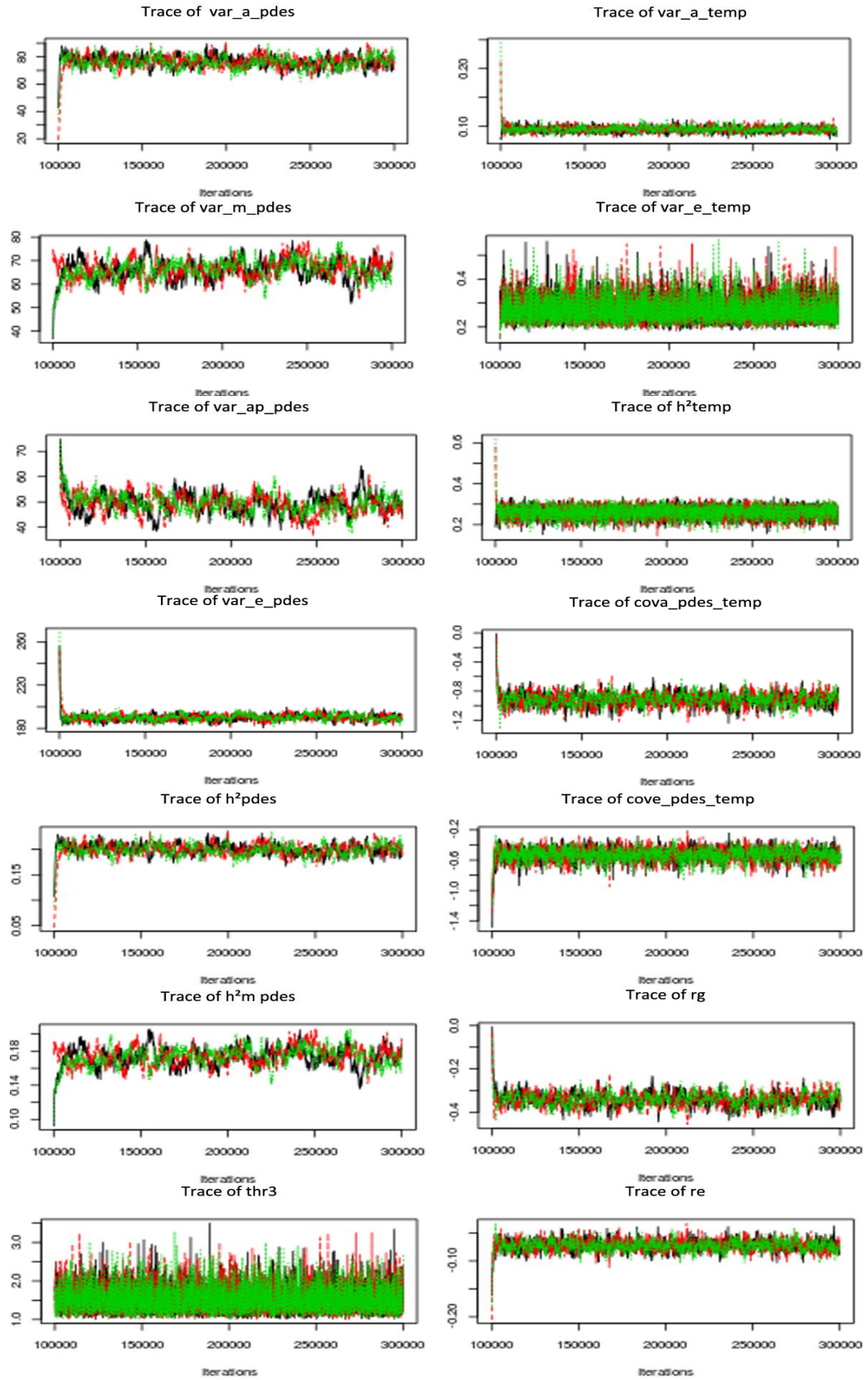


Figura 2. Trajetória das estimativas dos componentes de variância, limiar, herdabilidade, coeficientes de correlação genética e residual e covariâncias genética e residual entre PDES e TEMP sob modelo linear-limiar de bovinos Nelore.

var_a_pdes, var_m_pdes, var_ap_pdes, var_e_pdes: variância genética direta, materna, de ambiente permanente e residual da característica PDES; **var_a_temp, var_e_temp:** variância genética direta e residual do escore de TEMP; **thr3:** limiar separando as categorias 4 e 5 para TEMP; **h²pdes:** herdabilidade do PDES; **h²temp:** herdabilidade do TEMP; **rg:** coeficiente de correlação genética; **re:** coeficiente de correlação residual; **cova_pdes_temp:** covariância genética entre PDES e TEMP, **cove_pdes_temp:** covariância residual entre PDES e TEMP.

Na Figura 3, apresentam-se os gráficos de densidade das estimativas *a posteriori* dos parâmetros estudados. Pode-se observar que para todas as cadeias, as distribuições posteriores são ligeiramente simétricas e próximas de uma distribuição normal.

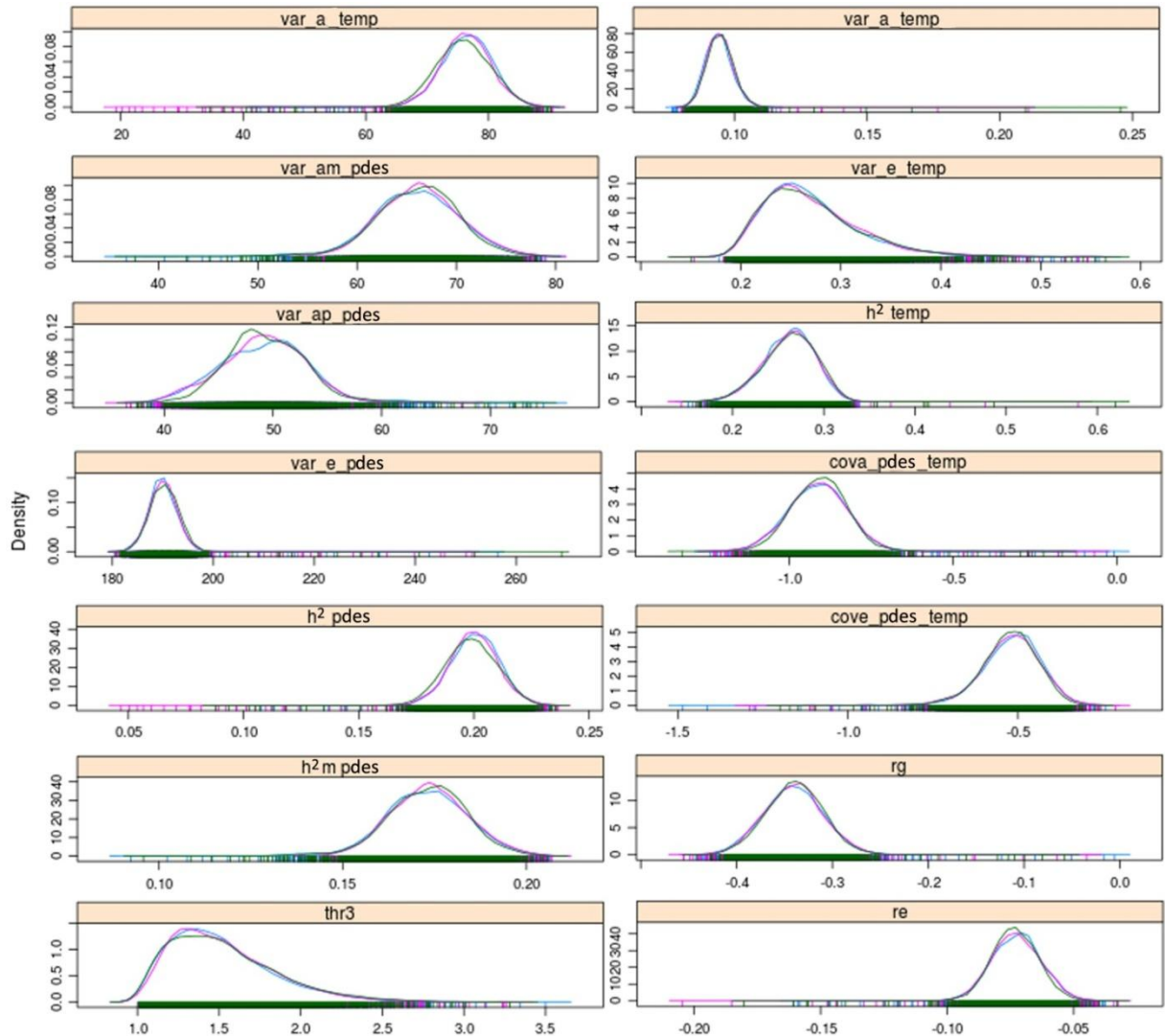


Figura 3. Densidade de probabilidade das estimativas da distribuição *a posteriori* dos componentes de variância, limiar, h^2 , coeficientes de correlação genética e residual e covariâncias genética e residual entre PDES e TEMP sob modelo linear-limiar de bovinos Nelore.

var_a_pdes, **var_m_pdes**, **var_ap_pdes**, **var_e_pdes**: variância genética direta, materna, de ambiente permanente e residual da característica PDES; **var_a_temp**, **var_e_temp**: variância genética direta e residual do escore de TEMP; **thr3**: limiar separando as categorias 4 e 5 para TEMP; **h²pdes**: herdabilidade do PDES; **h²temp**: herdabilidade do TEMP; **rg**: coeficiente de correlação genética; **re**: coeficiente de correlação residual; **cova_pdes_temp**: covariância genética entre PDES e TEMP, **cove_pdes_temp**: covariância residual entre PDES e TEMP.

5.4. Correlação entre os EBVs

Em geral, as correlações entre os EBVs dos animais obtidas com base nos cinco modelos foram bastante altas ($>0,92$), evidenciando pequena mudança de classificação dos animais em função dos diferentes modelos considerados (Tabela 8,9 e 10). As menores correlações (ainda que altas) foram observadas entre os EBVs preditos para os top 20% de touros (Tabela 10) pelo Modelo 1 e as preditas pelos modelos em que TEMP foi analisado em conjunto com PDES (Modelo 4).

Tabela 8. Correlações de Spearman entre os EBVs de temperamento de todos os animais obtidas pelos diferentes modelos.

Modelos	3	4	5
2	0,9836	0,9916	0,9742
3		0,9756	0,9918
4			0,9721

Modelo1: modelo animal uni-característica linear para PDES; **Modelo 2:** modelo animal uni-característica linear para TEMP; **Modelo 3:** modelo animal bi-característica linear-linear para PDES e TEMP; **Modelo 4:** modelo animal uni-característica limiar para TEMP; **Modelo 5:** modelo animal bi-característica linear-limiar para PDES e TEMP, respectivamente.

Tabela 9. Correlações de Spearman entre os EBVs de temperamento obtidos por diferentes modelos, considerando apenas os animais 20% superiores para o EBV estimado sob Modelo 2.

Modelos	3	4	5
2	0,9464	0,9802	0,9222
3		0,9266	0,9730
4			0,9738

Modelo1: modelo animal uni-característica linear para PDES; **Modelo 2:** modelo animal uni-característica linear para TEMP; **Modelo 3:** modelo animal bi-característica linear-linear para PDES e TEMP; **Modelo 4:** modelo animal uni-característica limiar para TEMP; **Modelo 5:** modelo animal bi-característica linear-limiar para PDES e TEMP, respectivamente.

Tabela 10. Correlações de Spearman entre os EBVs de temperamento obtidos por diferentes modelos, considerando os touros 20% superiores para o EBV estimado sob o Modelo 2.

Modelos	3	4	5
2	0,9678	0,9793	0,9389
3		0,9486	0,9754
4			0,9507

Modelo 1: modelo animal uni-característica linear para PDES; **Modelo 2:** modelo animal uni-característica linear para TEMP; **Modelo 3:** modelo animal bi-característica linear-linear para PDES e TEMP; **Modelo 4:** modelo animal uni-característica limiar para TEMP; **Modelo 5:** modelo animal bi-característica linear-limiar para PDES e TEMP, respectivamente.

6. RESULTADOS

6.1. Estatísticas descritivas das características em estudo

Aproximadamente 78% dos animais receberam escores 1 e 2, o que indica que a população avaliada apresenta, de forma geral, animais com temperamento, em média, mais brando. Carneiro et. al. (2006), utilizando a mesma escala de medida, encontraram distribuição de escores semelhante a do presente estudo.

O número de observações para peso a desmama foi maior que o de medidas para escore de temperamento, o que também implicou em tamanho médio dos GC ligeiramente maior no caso de PDES (Tabela 3). Tal ocorrência se deve tanto ao descarte de uma parcela de animais inferiores antes do sobreano em algumas fazendas, período em que é feita a coleta do escore de temperamento, quanto ao fato de que o escore de temperamento começou a ser avaliado neste programa em um momento posterior àquele em que a coleta de dados de pesagem foi iniciada.

6.2. Estimativas de herdabilidade (h^2) para escore de temperamento sob os diferentes modelos

A estimativa de herdabilidade para TEMP utilizando os modelos de limiar (Tabelas 6 e 7) foram de magnitude moderada ($0,2677 \pm 0,0305$), sendo maior que a obtida para a mesma característica por meio de um modelo linear uni e bi-característica ($0,21$, Tabela 4). Este resultado representa estimativa de magnitude superior aos valores reportados em outros estudos para a mesma característica por meio de modelo linear (LE NEINDRE et al., 1995; BURROW, 1997; PARANHOS DA COSTA et al., 2002; VASCONCELOS SILVA et al., 2003; FIGUEIREDO et al., 2005 e BARROZO et al. 2012) e dentro dos valores observados por Fordyce et al. (1982), Mourão et al. (1998) e Prayaga et al. (2009), indicando que TEMP pode responder à seleção com base nesses escores, bem como justificaria a sua consideração como critério de seleção na população avaliada.

Os valores próximos das estimativas de herdabilidade para TEMP nos modelos de limiar em relação aos de linear possivelmente ocorreram devido à razoável variabilidade fenotípica dos escores de TEMP dentro dos grupos e/ou ainda ao fato de que um maior número de categorias (4) possibilitou que o modelo de limiar se assemelhasse mais ao modelo linear.

No modelo linear para TEMP, a estimativa do coeficiente de herdabilidade obtida ($0,21 \pm 0,003$), apresentou magnitude ligeiramente superior aos valores reportados em outros estudos para a mesma característica e raça, como Paranhos da Costa et al. (2002) ($h^2 = 0,12$); Figueiredo et al. (2005) (h^2 variando de $0,16$ a $0,17$); Carneiro et al. (2006) ($h^2 = 0,18$) e Barrozo et al. (2012) ($h^2 = 0,18$). Isso pode ter acontecido devido ao número superior de animais avaliados no presente trabalho.

Sob o modelo linear-limiar (Tabela 5), estimaram-se parâmetros genéticos e herdabilidades com valores próximos àqueles estimados sob modelos uni-característica para PDES (modelo 1) e TEMP (modelo 2).

Menezes et al. (2012), utilizando modelo de limiar em animais da raça Nelore e escala de escores semelhante a do presente trabalho, encontraram estimativa de herdabilidade de $0,25 \pm 0,01$ e portanto bastante similar à obtida no presente estudo.

Entretanto, Sant'anna et al. (2013), ao avaliarem escores de TEMP sob modelo de limiar de animais da raça Nelore e utilizando escala de medida semelhante à do PAINT®, relataram estimativa de herdabilidade menor que a encontrada neste estudo ($h^2 = 0,15$). Estes autores estimaram herdabilidade de maior magnitude para temperamento medido sob outra metodologia (velocidade de saída, $h^2=0,35$).

Kadel et. al. (2006), avaliando uma população da raça Brahman e suas cruzas por diferentes métodos de medição de temperamento (tempo de fuga, velocidade de fuga e escore de tronco) obtiveram valores para herdabilidade de 0,15 a 0,19. Hoppe et al. (2010), ao testar diferentes métodos de medições de temperamento em bovinos de raças européias German Angus, Charolês, Hereford, Limousin e Simental, observaram valores de herdabilidade variando entre 0,15 e 0,36.

No presente trabalho, a região de credibilidade a 95% de probabilidade para a herdabilidade de TEMP compreendeu o intervalo entre 0,20 e 0,32. De acordo com Gianola & Foulley (1990), a determinação deste intervalo é uma grande vantagem da inferência bayesiana, mesmo que se utilizem *priors* não informativas, pois eles são mais estreitos que os intervalos de confiança das metodologias frequentistas.

A estimativa de herdabilidade aditiva para PDES foi baixa e apresentou valores semelhantes aos relatados por Ribeiro et al. (2001), Jacinto et al. (2005) e Souza et al. (2004). Por outro lado, o efeito materno apresentou considerável influência, fato esperado, uma vez que nesta fase, existe maior dependência dos bezeros em relação às suas mães.

6.3. Correlações genéticas entre Peso a desmama e Temperamento

Os coeficientes de correlação genética entre TEMP e PDES estimados pelos diferentes modelos usados neste trabalho (Tabelas 5 e 7) não diferiram entre si, sendo $-0,33 \pm 0,09$ para o modelo linear-linear e $-0,33 \pm 0,03$ para o modelo linear-limiar. Esses valores foram semelhantes aos encontrados por Carneiro et al. (2006). Embora sejam considerados de baixa magnitude, apresentaram direção favorável sugerindo um relacionamento desejável entre as características estudadas, em que animais mais dóceis apresentam maiores pesos em relação aos de temperamento

mais bravo. Este resultado é coerente com os relatos de Tulloh (1961); Voisin et al. (1997); Silveira et al. (2006); Muller et al. (2006) e Figueiredo et al. (2009).

Barrozo et al. (2012) estimaram correlações de baixa magnitude entre TEMP e características reprodutivas e concluíram serem necessários mais estudos sobre o TEMP utilizando modelo de limiar e/ou de outras abordagens devido a variação descontínua desta característica. Tais resultados evidenciam que o uso do modelo de limiar seria mais adequado para avaliação de características de distribuição assimétrica como o temperamento.

Ainda, tal correlação favorável indica à possibilidade de consideração simultânea de ambas as características como critérios de seleção.

Gauly et al. (2001), estudando as raças German Angus (duplo propósito) e Simental, verificaram que os animais da raça Simental foram mais reativos e mais difíceis de manejar, obtendo correlações negativas de ganho diário de peso com a reatividade, o que também é sugestivo de que animais mais reativos são menos produtivos. Borba et al. (1997), trabalhando com animais de raça Nelore, estimaram correlações negativas entre a distância de fuga e o ganho de peso em novilhos em regime de semi-confinamento e, também, entre distância de fuga e o peso aos 550 dias de idade ($P < 0,01$; $r = -0,23$ e $r = -0,27$, respectivamente). Por outro lado, Piovesan (1998) relatou que a seleção para peso e ganho de peso influenciou favoravelmente a reatividade dos animais, diminuindo-a.

Sant'anna et al. (2013) encontraram correlações genéticas bem mais baixas entre peso a desmama e temperamento por outros métodos de medição (velocidade de fuga, escore de movimentação e escore de tronco) em bovinos Nelore (rg entre -0,06 e -0,08). Uma possível razão para tal diferença é que no estudo destes autores, havia um número muito maior de observações de PDES ($N \sim 108.000$) do que para escore de TEMP ($N = 23.420$) e para os demais métodos de avaliação de temperamento ($N \sim 7.400$). Estes autores ainda atribuíram a fraca associação entre características, principalmente, a avaliação visual humana feita dentro das fazendas sugerindo o uso de equipamentos eletrônicos para a avaliação dos escores de temperamento na saída dos animais da balança.

A divergência do resultado destes autores com os encontrados no presente estudo também poderia ser explicada pela menor variabilidade fenotípica da

população estudada por Sant'anna et al. (2013), em que 80% dos animais apresentaram escore 2 para temperamento. Tal situação poderia determinar valores inferiores de correlação genética. A menor variabilidade no estudo destes autores poderia ser atribuída ao fato de uma grande proporção dos animais de fato apresentar fenótipo mais desejável para TEMP (genéticas e/ou mesmo associadas a manejo). Outra possibilidade poderia ser relacionada a problemas na mensuração dos escores de temperamento, uma vez que a influência de práticas de manejo durante a coleta, bem como algum nível de variação em função do avaliador, poderiam viesar as medidas. Porém, mais estudos são necessários para investigar as possíveis origens destas diferenças na estimativa de correlação.

6.4. Correlações de Spearman e acurácias estimadas entre os diferentes modelos

As correlações de rank para as estimativas de EBVs para temperamento, considerando-se as análises uni-característica em modelo animal linear e de limiar, considerando diferentes grupos de animais (todos os animais, apenas os 20% superiores dentre todos os animais e apenas os 20% superiores dentre os touros), foram acima de 97%, o que indica que, praticamente, não houve mudança na classificação dos animais, conforme o modelo adotado. A consideração de PDES em análises bi-característica com TEMP implicou em algumas mudanças na classificação dos animais em relação à análise de TEMP sob modelo de limiar (comparada com a análise sob modelo linear), embora as correlações de rank ainda tenham sido de magnitude bastante alta.

Não foram encontradas diferenças nas acurácias estimadas nos diferentes modelos empregados no presente estudo. Considerando-se apenas as vacas com informação de TEMP para desempenho da progênie, as médias das acurácias estimadas para os EBVs foram semelhantes sob todos os modelos (0,323 vs 0,326 para os modelos linear e de limiar uni-característica, respectivamente, e 0,329 vs 0,334 para os modelos bi-característica linear-linear e linear-limiar, respectivamente). No caso dos touros, as acurácias estimadas foram de 0,673 vs 0,670 nos modelos 2 e 4, respectivamente e 0,679 vs 0,671 para os modelos 3 e 5). As fêmeas

apresentaram acurácias mais baixas em relação aos machos devido ao número consideravelmente menor de progênie com informação para TEMP, quando comparadas aos touros. Tanto para fêmeas como touros a adição do PDES nos modelos não se refletiu em incremento nas acurácias. Cabe ressaltar que as diferenças em acurácia aqui reportadas devem ser analisadas com cautela, uma vez que foram obtidas por diferentes modelos estatísticos, implementados de tal modo que diferentes aproximações estão envolvidas nas estimativas das acurácias e eventuais erros de aproximação poderiam afetar tais comparações. Via de regra, a obtenção de acurácias de EBVs sob modelos complexos e com grande número de observações não é um problema trivial, uma vez que a inversão direta da matriz de coeficientes não é possível e invariavelmente, requerendo aproximações para o cálculo das acurácias dos EBV (MEYER & TIER, 2003). Tomando-se os menores valores estimados, como uma estimativa mais conservadora de acurácia, pode-se esperar que a acurácia de EBVs de candidatos a seleção sem progênie e com informação de desempenho próprio para TEMP nesta população seria, em média, da ordem de 0,55.

7. CONCLUSÕES

O temperamento é uma característica herdável que pode responder a seleção.

Ambos os modelos linear e de limiar podem ser utilizados nas análises genéticas para característica de temperamento, sendo que, neste estudo o modelo de limiar apresentou maior estimativa de herdabilidade quando comparado com um modelo linear equivalente.

As correlações genéticas encontradas sinalizam que a resposta à seleção para PDES e TEMP pode ser favorável, visto que a seleção para uma característica pode contribuir para melhorias na outra e vice-versa.

Na avaliação genética, o uso dos diferentes modelos não influenciou de forma significativa a classificação dos animais.

Não foram encontradas diferenças nas acurácias das EBVs estimadas sob os diferentes modelos empregados.

8. REFERÊNCIAS

AGUILAR, N.M.A.; BALBUENA, O.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Evaluacion del temperamento em bovinos cruza cebú. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA – Comportamento e Desenvolvimento Sustentável, 22., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Etologia/Elohim reproduções, 2004, CD-ROM.

BARROZO, D. M. E., BUKANSAS, OLIVEIRA, J. A., MUNARI, D. P., NEVES, H. H. R., QUEIROZ, S. A. Genetic parameters and environmental effects on temperament score and reproductive traits of Nelore cattle. **Animal**. v. 6, n., p. 36-40. 2012.

BECKER, G. B. **Efeito do manuseio sobre a reatividade de terneiros ao homem**. Porto Alegre, 1994. 139p. Dissertação (mestrado em zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1994.

BECKER, G. B; LOBATO J. F. P. Effect of gentle handling on reactivity of zebu crossed calves to human. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 53, p. 219-224, 1997.

BOISSY, A.; BOUISSOU, M. F. Assessment of individual differences in behavioral reactions of heifers exposed to various feareliciting situations. **Applied Animal Behaviour Science**, v.46, p.17-31, 1995.

BOIVIN X., LE NEINDRE P., CHUPIN J. M. Establishment of cattle-human relationship. **Applied Animal Behavior Science**, 1992. Disponível em:< [http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1591\(05\)80025-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1591(05)80025-5)>. Acesso em março 2013.

BORBA, L. H. F., PIOVESAN, U., PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Uma abordagem preliminar no estudo de associação entre escores de reatividade e

características produtivas de bovinos de corte. **Anais de Etologia**, v. 15, p. 388, 1997.

BUSBY, D. **Disposition – convenience trait or economically important**. 2004. Disponível em: <[www. xtension.iastate.Edu/feci/4stbeef/disposition.pdf](http://www.extension.iastate.edu/feci/4stbeef/disposition.pdf)>. Acesso em: dezembro de 2012.

BURROW, H. M. Measurements of temperament and their relationship with performance traits of beef cattle. **Animal Breeding Abstracts**, v. 65, n. 7, p. 478 - 493, 1997.

BURROW, H. M., SEIFEIRT, G. W., COBERT, N. J. A new technique for measuring temperament in cattle. **Australian Society of Animal Production**, v. 17, p. 154 - 158, 1988.

BURROW, H. M., CORBET, N.J. Genetic and environmental factors affecting temperament of Zebu and Zebu-derived beef cattle grazed at pasture in the tropics. **Australian Journal of Agricultural Research**. v.55. p.155-162. 2000.

BURROW, H. M. Variance and covariances between productive and adaptative traits and temperament in a composite breed of Tropical Beef Cattle. **Livestock Production Science**, v. 70, p. 213 -233, 2001.

CARNEIRO, R. L. R. **Estimativas de parâmetros genéticos de escore de Temperamento e de características de crescimento e de carcaça em animais da raça Nelore**. 2007, 57 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

COWLES, M.; CARLIN, B. Markov chain Monte Carlo convergence diagnostics: a comparative review. **Journal of the American Statistical Association**, v. 91, n. 434, p. 883-904, 1996.

CRV Lagoa. **Programa de Melhoramento Genético para Bovinos de corte da CRV Lagoa**. Disponível em:< <http://www.crvlagoa.com.br/index.asp>>. Acesso em março de 2013.

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; ALBUQUERQUE, L.G.; REYES, A.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B. Análise genética de escores de avaliação visual de bovinos com modelos bayesianos de limiar e linear. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n. 7, p.835-841, 2008.

FIGUEIREDO, L.G., ELER, J.P.; MOURÃO G.B.; FERRAZ, J.B.S.; BALIEIRO J.C. C.; MATTOS, E. Análise genética do Temperamento em uma população da raça Nelore. **Livestock Research for Rural Development**, v.17, 2005. Disponível em: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/7/gira17084.htm>>. Acesso em dezembro de 2012.

FORDYCE, G.; GODDARD, M.E.; SEIFERT, G.W.; The measurement of temperament in cattle and effect of experience and genotype. **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**, v.14, p.329-332, 1982.

FORDYCE, G.; GODDARD, M. E. Maternal influence on the temperament of *Bos indicus* cross cows. **Proceedings of the Australian Society of Animal Production** v.15, p. 345-348, 1984.

FORDYCE, G. et. al. Temperament and bruising of *Bos indicus* cross cattle. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 25, p. 283-288, 1985.

FORDYCE, G.; DODT R. M., WYTHES, J. R. Cattle temperaments in extensive beef herds in northern Queensland – Effect of temperament on carcasses and meat quality. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 28, p. 689 -693, 1988.

FORDYCE, G.; HOWITT, C. J.; HOLROYD, R. G.; O'ROURKE P. K.; ENTWISTLE, K.W. The performance of Brahman-Shorthorn and Sahiwal-Shorthorn beef cattle in

the dry tropics of northern Queensland – Scrotal circumference, temperament, ectoparasite resistance, and the genetics of growth and other traits in bulls. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 36, p. 9-17, 1996.

GAULY, M.; MATHIAK, K.; HOFFMANN, M.; GRAUS, M.; ERHARDT, G. Estimating genetic variability in temperamental traits in German Angus and Simmental cattle. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 74, n. 2, p. 109-119, 2001.

GELMAN, A.; RUBIN, D. B. Inference from iterative simulation using multiple sequences. **Statistical Science**, v. 7,n.4, p. 457-472, 1992.

GEWEKE, J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to calculating posterior moments. In **Bayesian Statistics 4**, (ed. J. M. Bernardo, J. O. Berger, A. P. Dawid, and A. F. M. Smith). Clarendon Press, Oxford, UK, 1992.

GIANOLA, D.; FOULLEY, J. L. New techniques of prediction of breeding value for discontinuous traits. In: ANNUAL NATIONAL BREEDERS ROUNDTABLE, 32, St Louis, 1983. **Proceedings...**St. Louis: National Breeders Roundtable, p.128-154, 1983.

GIANOLA, D.; FOULLEY, J. L. Variance estimation from integrated likelihood (VEIL). *Génétique*. **Sélection Évolution**, v. 22,n.4 , p.403-417,1990.

GRANDIN. T., DEESING M. J., STRUTHERS, J. J., SWINKER A. M Cattle with hair whorl patterns above the eyes are more behaviorally agitated during restraint **Applied Animal Behavior Science**, v. 46, p. 117-123, 1995.

GRANDIN T. Assessment of stress during handling and transport. **Journal of Animal Science** v. 75, n.1, p. 249-257, 1997.

HEARNshaw, H.; MORRIS, C. A. Genetic and enviromental effects on a temperament score in beef cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 35, n.5, p. 723-733, 1984.

HEIDELBERGER, P., WELCH, P. D. Simulation run length control in the presence of an initial transient. **Operations Research**, vol. 31, n. 6, p.1109-44, 1983.

HINCH, G. N.; LYNCH J. J. A note on effect of castration on the ease of movement and handling of young cattle in yards. **Animal Production**, 1987. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/S0003356100018894>>. Acesso em junho 2012.

HOPPE, D.; BRANDT, H. R.; KÖNIG, S.; ERHARDT, G.; GAULY, M. Temperament traits of beef calves measured under field conditions and their relationships to performance. **Journal of Animal Science**. v. 88, n. 6, p. 1982-1989. 2010.

JACINTO, E. J.; MARTINS FILHO, R.; MALHADO, C. H. M.; AZEVEDO, D. M. M. R.; CARNEIRO, P. L. S.; LÔBO, R. N. B.; FACÓ, O.; MACHADO, C. H. C.; SOUZA, J. C. Adequação de modelos para estimativa de parâmetros genéticos relativos ao peso aos 205 dias de idade em bovinos da raça Tabapuã, criados na região Nordeste. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 2, p. 221-226, 2005.

KADEL, M.J. JOHNSTON, D. J., BURROW, H. M. GRASER, H. U., FERGUSON, D. M. Genetics of flight time and other measures of temperament and their value as selection criteria for improving meat quality traits in tropically adapted breeds of beef cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**. v.57, n. 9, p. 1029-1035. 2006.

LANIER, J.L., T. GRANDIN, R.D. GREEN, D. AVERY, K. McGEE. A note on hair whorl position and cattle temperament in the auction ring. **Applied Animal Behavior Science**, 2001. Disponível em:<[http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1591\(01\)00132-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00132-0)>. Acesso em março 2013.

LANIER, J. L.; GRANDIN, T.; GREEN, R. D.; AVERY, D.; MCGEE, K. The relationship between reaction to sudden, intermittent movements and sounds and temperament. **Journal of Animal Science**; v. 78, 6; p. 1467 – 1474, 2000.

LEGARRA, A. L.; VARONA, E.; LÓPEZ DE MATURANA. 2011. **TM Threshold Model**. Disponível em: <<http://cat.toulouse.inra.fr/~alegarra/>>. Acesso em abril de 2013.

LE NEINDRE, P.; TRILLAT G.; SAPA, J.; MÉNISSIER, E.; BONNET, J. N.; CHUPIN, J.M. Individual differences in docility in Limousin cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, n.8, p. 2249-2253, 1995.

MACEDO, M. P.; CAMINHAS, M. M. T.; PERRI, S. H. V. Estudos de sistemas polimórficos em bovinos da raça Nelore associados ao temperamento: pesos pós desmama. In: XXXVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, Viçosa, **Anais...**, Viçosa: Simpósio Brasileiro de Zootecnia, 2000.

MACEDO, G.G.; COSTA E SILVA, E.V.; RUEDA P.M. et al. A new approach to understand how stress can affects reproduction in cattle. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 18, 2009. Belo Horizonte, **Anais...** Belo Horizonte, p. 377. cd-rom, 2009.

MARCONDES, C.R., PANETO, J.C.C., SILVA J.A., OLIVEIRA, H.N. LÔBO, R.B. Comparação entre análises para permanência no rebanho de vacas Nelore utilizando modelo linear e modelo de limiar. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.57, n.2, p. 234-240, 2005.

MATSUNAGA, M.E.; SILVA, J.A.II, TOLEDO, L.M.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; ELER, J.P.; FERRAZ J.B.S. Genetic analyses of temperament in Nellore Cattle, **7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**, section 14, communication 14-16, Montpellier, 2002, **CD ROM**.

MENEZES L. M., PARANHOS DA COSTA, M. J. R., BOLIGON, A. A., ALBUQUERQUE, L. G., Estimativas de parâmetros genéticos para características de temperamento e de escores visuais em bovinos da raça Nelore. **In: IX Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal**, João Pessoa, 2012.

MEYER, K & TIER, B. Approximate prediction error covariances among multiple estimated breeding values for individuals. **Proceedings of Interbull Meeting**. Rome, Italy. Interbull Bulletin v. 31, p. 133-136, 2003.

MISZTAL I. & GIANOLA D. Computing aspects of a nonlinear method of sire evaluation for categorical data. **Journal Dairy Science**, 1989. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79267-5](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79267-5)>. Acesso em março 2013.

MISZTAL, I. **BLUPF90 Family of Programs**. Disponível em: <http://nce.ads.uga.edu/wiki/doku.php>. Acesso em fevereiro de 2013.

MORRIS, C. A. CULLEN, N. G., KILGOUR, R., BREMNER, K. J. Some genetic factors affecting temperament in *Bos Taurus* cattle. **New Zeland Journal of Agricultural Research**, v. 37, n.2, p. 167- 175, 1994.

MOURÃO G. B., BERGMANN J. A. G., FERREIRA M. B. D. Diferenças genéticas e estimação de coeficientes de herdabilidade para temperamento em fêmeas zebus e F1 Holandês x Zebu. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 27, n. 4, p.722-729, 1998.

MULLER, R.; VON KEYSERLINGK, M.A.G. Consistency of flight speed and its correlation to productivity and to personality in *Bos taurus* beef cattle. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 99, n. 3-4, p. 193–204, 2006.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. **Anais de Etologia**, v. 18, p. 26-42, 2000.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; COSTA E SILVA, E. V.; CHIQUITELLI NETO, M.; ROSA, M. S. Contribuição dos estudos de comportamento de bovinos para implementação de programas de qualidade de carne. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 20, 2002 Natal, **Palestras...**, Natal: Sociedade Brasileira de Etologia, 71-89, 2002.

PETHERICK, J.C.; HOLROYD, R.G.; DOOGAN, V.J.; VENUS B. K. Productivity, carcass and meat quality of lot fed *Bos indicus* cross steers grouped according to temperament. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.42, n.4, p.389-398, 2002.

PIOVEZAN, U. **Análise de fatores genéticos e ambientais na reatividade de quatro raças de bovinos de corte ao manejo**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Genética e Melhoramento Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. 51p, 1998.

PRAYAGA, K. C.; CORBET, N.J.; JOHNSTON, D.J. Genetics of adaptive traits in heifers and their relationship to growth, pubertal and carcass traits in two tropical beef cattle genotypes. **Animal Production Science**, v. 49, n.6, p. 413–425, 2009.

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. **Journal of Animal Science**. v. 79, n. 2 p. 333-338, 2001.

R Development Core Team. R. **A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2012. Accessed Novembro 25, 2012. Available at: <http://www.r-project.org> . ISBN 3-900051-07-0.

RIBEIRO, M. N.; PIMENTA FILHO, E. C.; MARTINS, G. A.; SARMENTO, J. L. R.; MARTINS FILHO, R. Herdabilidade para efeitos diretos e maternos de

características de crescimento de bovinos Nelore no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1224-1227, 2001.

SANT'ANNA, A.C., PARANHOS DA COSTA, M. J. R., BALDI, F. ALBUQUERQUE, L. G. Genetic variability for temperament indicators of Nelore cattle. **Journal of Animal Science**. v.10, p.3427-32, 2013.

SILVEIRA, I.D.B.; FISHER, V.; SOARES, G.J.D. Relação entre o genótipo e o temperamento de novilhos em pastejo e seu efeito na qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n. 2, p. 519-526, 2006.

SPIRONELLI, A. L. G. **Reatividade de bovinos dos grupos genéticos Braford e Nelore e suas influências nas contusões e rendimento de carcaça**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Genética e Melhoramento Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. 2006.

SORENSEN D. A., ANDERSEN, S., GIANOLA, D., KORSGAARD I. Bayesian inference in threshold models using Gibbs sampling. **Genetic Selection Evolution**. v.27, p. 229-249. 1995.

SOUZA, J. C.; SILVA, L. O. C.; RAMOS, A. A.; FERRAZ FILHO, P. B.; CÍCERO, E. A.; MALHADO, C. H. M. Fatores ambientais, genéticos e interação touro x fazenda sobre o peso aos 205 dias de idade de bovinos da raça Nelore no Estado de Mato Grosso do Sul. **Arquivos de Ciência Veterinária e Zoologia da Unipar**, v. 7, n. 2, p. 109-113, 2004.

TULLOH, N. M. Behaviour of cattle in yards. II. A study of temperament. **Animal behaviour**, Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0003-3472\(61\)90046-X](http://dx.doi.org/10.1016/0003-3472(61)90046-X)>. Acesso em março de 2013.

USDA, **United States Department of Agriculture**. Disponível em:<http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf>. Acesso em maio de 2013.

VASCONCELOS SILVA, J. A.; MATSUNAGA, M. E.; PEREIRA ELER, J.; STERMAN FERRAZ, J. B. Análisis genético de la distancia de fuga en un rebaño de raza Nelore (*Bos taurus indicus*). **Información Técnica Económica Agraria**, v. 99 A, n. 3, p. 167- 176, 2003.

VOISINET, B.D.; GRADIN, J.D.; TATUM, S.F.; ET AL. Feedlot cattle with calm temperaments have higher average daily gains than cattle with excitable temperaments. **Journal of Animal Science**. v. 75, n. 4, p. 892-896, 1997.

ZAVY, M.T.; JUNIEWICZ, P.E.; PHILLIPS, W.A.; VON TUNGELN, D.L.; Effect of initial restraint, weaning, and beef of different genotypes. **American Journal of Veterinary Research**. v. 53, n.4, p. 551-557. 1992.

9. IMPLICAÇÕES

Neste estudo, foram analisados diferentes modelos estatísticos para avaliar a característica escore de temperamento de animais pertencentes a um programa de melhoramento genético. Neste caso, a característica envolveu níveis de resposta do animal (entre os extremos “muito dócil” e “agressivo”) em relação ao homem e rotinas de manejo de curral.

O estudo focou a estimação da herdabilidade do temperamento aplicando modelos uni e bi-característicos linear e de limiar, bem como a correlação genética com peso a desmama.

A maioria dos trabalhos científicos avaliam escores de temperamento utilizando modelo linear para estimativa dos parâmetros genéticos desta característica. O presente estudo, dada a natureza categórica dos escores de temperamento, bem como sua distribuição assimétrica, avaliou as diferenças e eventuais vantagens da aplicação de um modelo de limiar na estimação dos parâmetros genéticos.

Ambos os modelos podem ser utilizados na estimação dos parâmetros, sendo que o modelo de limiar apresentou estimativas de herdabilidade maior comparado ao modelo de linear, apesar disso, este modelo exigiu um maior tempo de processamento computacional para as estimativas requeridas.

Para fins práticos, não houve vantagem significativa ao utilizar um modelo de limiar, quando comparado a um modelo linear para a avaliação genética de temperamento.