

ROBERTO WINKLER

**RELAÇÕES ENTRE PESO DO BEZERRO À DESMAMA E PESO  
METABÓLICO DA VACA EM REBANHOS DA RAÇA NELORE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação, Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2019

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa – Campus Viçosa**

T

W775r  
2019 Winkler, Roberto, 1966-  
Relações entre peso do bezerro à desmama e peso metabólico da vaca em rebanhos da raça Nelore / Roberto Winkler. – Viçosa, MG, 2019.  
v, 29 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Henrique Torres Ventura.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Referências bibliográficas: f. 23-29.

1. Nelore (Bovino) - Genética. 2. Nelore (Bovino) - Seleção. 3. Vacas - Produtividade. 4. Vacas - Peso. 5. Resíduos de animais - Análise. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.2082

ROBERTO WINKLER

**RELAÇÕES ENTRE PESO DO BEZERRO A DESMAMA E PESO  
METABÓLICO DA VACA EM REBANHOS DA RAÇA NELORE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação, Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de fevereiro de 2019.

---

Camila Ferreira Azevedo

---

Fabyano Fonseca e Silva

---

Henrique Torres Ventura  
(Orientador)

## **AGRADECIMENTOS**

À ABCZ, por ter proporcionado a oportunidade para realização do mestrado profissionalizante, com disponibilização de tempo e apoio financeiro.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oferta do Curso de Mestrado Profissionalizante.

Ao meu orientador Henrique Torres Ventura pelos ensinamentos e pela contribuição para realização deste estudo.

Ao Prof. Fabyano Fonseca e Silva pelo incentivo para formação de uma turma na ABCZ para o curso, pelo total apoio durante os encontros na UFV e pelo tempo dispendido e contribuições na análise estatística da tese.

À Profa. Camila Ferreira Azevedo pelas contribuições.

Aos meus amigos e colegas de trabalho da ABCZ, Adriano Garcia, Ednira Gleida Marques, Eric Luis Marques da Costa, Fábio Eduardo Ferreira e Luiz Antônio Josahkian, que formaram a turma do mestrado profissionalizante, pelo ótimo convívio e momentos únicos vividos juntos nos encontros em Viçosa.

Aos colegas das demais turmas de mestrado profissionalizante encontrados durante o curso, pelo excelente convívio.

À minha querida esposa, Núbia Lares, pela paciência e compreensão, pelos momentos dedicados ao curso em detrimento do convívio familiar.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	iv
ABSTRACT .....	v
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	8
2.1 A raça Nelore.....	8
2.2 Descrição dos dados .....	9
2.3 Parâmetros genéticos.....	9
2.4 Análise de resíduos .....	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	11
3.1 Relação de peso à desmama do bezerro por peso da vaca à desmama ....	11
3.2 Parâmetros genéticos para a relação peso à desmama do bezerro por peso da vaca à desmama .....	14
3.3 Análise de resíduos .....	16
3.3.1 Outliers .....	17
3.3.2 Eliminação de <i>outliers</i> e resultados obtidos.....	19
4. CONCLUSÃO .....	22
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23

## RESUMO

WINKLER, Roberto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2019. **Relações entre peso do bezerro à desmama e peso metabólico da vaca em rebanhos da raça Nelore.** Orientador: Henrique Torres Ventura. Coorientador: Fabyano Fonseca e Silva.

Estudos sobre tamanho de bovinos e sua relação com eficiência são desenvolvidos há mais de 200 anos e os resultados indicam que o sistema de produção está intimamente ligado ao tamanho ideal. O presente estudo foi desenvolvido com dados de rebanhos da raça Nelore, de diversas regiões do Brasil, criados à pasto, com objetivo de estudar a produtividade das vacas, através da relação peso à desmama do bezerro/peso da vaca à desmama (RPD). O estudo foi realizado com 4.242 pares de informações de peso à desmama do bezerro e peso da vaca à desmama. O peso da vaca foi transformado em peso metabólico (peso metabólico = peso<sup>0,75</sup>), devido a maior associação do peso metabólico com eficiência que o peso vivo. Foi realizada análise de resíduos para identificar e remover *outliers*, sendo utilizado o método delta para determinar o intervalo de confiança para o cálculo do erro padrão da herdabilidade. A estimativa de herdabilidade de RPD foi de 0,31 (0,03), permitindo concluir que a utilização da característica como critério de seleção deverá promover ganhos na eficiência produtiva de vacas Nelore. A utilização de RPD como critério fenotípico de seleção tem mostrado problemas em alguns estudos, mas sua inclusão em índices de seleção, com ponderadores econômicos, parece viável.

## ABSTRACT

WINKLER, Roberto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2019. **Relationships between calve weaning weight and cow metabolic weight in Nellore herds.** Adviser: Henrique Torres Ventura. Co-adviser: Fabyano Fonseca e Silva.

Over 200 years studies about cattle size are being accomplished and results show that the production system is deeply connected with ideal size. This study was developed with data of Nellore cattle herds, from different regions of Brazil, raised on pasture, with the goal to study cow productivity, through the ratio weaning weight of the calf/weight of the cow at weaning (RPD). The study was realized with 4.242 information pairs of weaning weight of the calf and cow weight at weaning. Cow weight was converted in metabolic weight ( $\text{metabolic weight} = \text{weight}^{0,75}$ ), because metabolic weight is more associated with efficiency as live weight. Analysis of residuals was used to identify and remove outliers and, the delta method for obtaining the confidence interval to calculate the standard error of the estimate of heritability. The heritability estimate for RPD was 0,31(0,03), allowing the conclusion that using RPD as selection criteria should promote gains in cow efficiency of Nellore cattle. The use of RPD as phenotypic selection criteria has showed problems in some studies, but its inclusion in selection indexes, with economic weights, seems to be viable.

## 1. INTRODUÇÃO

O tamanho corporal e eficiência dos bovinos é objeto de discussão, estudo e seleção desde o início do século XIX, passando por contínuas mudanças acerca do conceito de animal ideal (KLOSTERMAN, 1972; ARANGO e VAN VLECK, 2002; JOHNSON, DUNN e RADA KOVICH, 2010). Estas mudanças de conceito levaram, em determinados momentos, à seleção de bovinos de tamanho grande, com terminação tardia e, em outros, à seleção de animais com terminação precoce e tamanhos adultos menores. Isto aconteceu nas raças taurinas e também nas raças zebuínas, nas quais é perceptível a mudança de conceito de animal ideal desde o início da seleção no Brasil.

Apesar de incansáveis pesquisas, abordando tamanho e eficiência de bovinos, terem sido realizadas ao longo do tempo, este tema continua notadamente incompreendido. A falta de entendimento pode ser onerosa tanto para criadores, como para indústria, limitando a eficiência de produção. Uma maneira mais produtiva de enquadrar a questão da eficiência é determinar quais bovinos são mais eficientes para ambientes e sistemas de produção específicos (JOHNSON, DUNN e RADA KOVICH, 2010).

Portanto, mesmo havendo direcionamento da seleção para o tipo considerado ideal, existem diferenças claras em eficiência relacionadas ao tamanho corporal, havendo um nicho biológico ou econômico para cada tamanho corporal e condição de produção (CARTWRIGHT, FITZHUGH JR e LONG, 1975; CARTWRIGHT, 1979; ARANGO e VAN VLECK, 2002; JOHNSON, DUNN e RADA KOVICH, 2010).

Segundo CARTWRIGHT, FITZHUGH JR e LONG (1975), provavelmente o tamanho afeta a produtividade mais que qualquer outra característica quantitativa, sendo que avaliações acuradas de cada raça tornam-se informações importantes e úteis para os programas de melhoramento.

Com a valorização das terras e custos crescentes com mão de obra e insumos, as margens de lucro da atividade pecuária são cada vez menores, sendo imprescindível que o processo produtivo seja eficiente. A eficiência de produção pode ser analisada de diversas formas. Entretanto, analisando

produtividade do ponto de vista específico dos animais que compõem um rebanho de cria, as matrizes consomem a maior parte da energia total em um sistema de produção, sendo o custo nutricional para manutenção destas fêmeas uma porção substancial do gasto total de uma unidade de produção (FITZHUGH, 1978).

Segundo ARANGO e VAN VLECK (2002), a proporção do total de energia requerida apenas para a manutenção supera 50% em bovinos adultos, sendo o mais importante fator que determina a eficiência biológica.

A importância da eficiência das matrizes do ponto de vista reprodutivo e produtivo é clara, sendo senso comum que uma boa matriz de corte precisa ser precoce no primeiro parto, parir regularmente e desmamar bezerros pesados. Segundo JOHNSON, DUNN e RADAKOVICH (2010), a habilidade de uma vaca parir é de longe o fato que mais contribui para sua eficiência, enquanto que a habilidade para reproduzir em determinado ambiente está relacionada com seu peso adulto. JENKINS e FERREL (2002) concluem que o sucesso reprodutivo pode ser afetado pela nutrição. Quando existe restrição alimentar, raças com potencial genético para tamanhos adultos maiores e maior produção de leite, tem a eficiência de produção afetada.

MACNEIL e MOTT (2006) encontraram correlação genética entre a produção de leite da vaca e o ganho pré-desmama dos bezerros de 0,80, o que, segundo os autores, está de acordo com outros trabalhos realizados. Portanto, a seleção baseada no valor genético para ganho materno pré-desmama é um preditor útil da produção de leite da vaca, podendo ser utilizado como medida de produção de leite em vacas de corte (LOPEZ, 2013).

Entretanto, produção de leite está positivamente relacionada com os requerimentos de manutenção, explicando até 23% de sua variação (MONTAÑO-BERMUDEZ et al., 1990). LOPEZ (2013) verificou que vacas de corte com níveis mais baixos de produção de leite são biologicamente e economicamente mais eficientes, porém o nível de produção de leite ótimo pode variar de acordo com o sistema de manejo.

O peso corporal ou a taxa de crescimento é o critério de seleção mais utilizado pela maioria dos criadores de bovinos de corte no Brasil (GIANLORENÇO et al., 2003; MERCADANTE et al., 2003; BALDI et al., 2008).

Segundo SIMONELLI et al. (2004), a seleção para peso é importante na bovinocultura de corte e sua utilização em larga escala, quando bem conduzida, pode trazer benefícios econômicos.

BOLIGON et al. (2009) mencionam que a busca por animais com maior velocidade de crescimento, que permaneçam menos tempo em pastagens ou confinamentos, encurtando o ciclo de produção, é tendência atual do mercado. Portanto, é comum a prática de selecionar animais com maiores pesos em idades jovens. Entretanto, devido às correlações genéticas positivas e moderadas a altas entre pesos em idades jovens e peso adulto, a seleção para peso em qualquer idade leva a ganhos consideráveis, no mesmo sentido, nas demais idades, inclusive no peso adulto (BRINKS et al., 1962; KLOSTERMAN, 1972; CARTWRIGHT, 1979; MCCURLEY e MCLAREN, 1981; MEYER et al., 1991; BULLOCK, BERTRAND e BENYSHEK, 1993; NORTHCUTT e WILSON, 1993; MACNEIL, 2003; MERCADANTE et al., 2003; PEREIRA et al., 2005; BOLIGON et al., 2009).

ROSA et al. (2001), utilizando 6.867 informações de vacas adultas da raça Nelore, provenientes de 34 rebanhos em 11 diferentes regiões no Brasil, e, considerando apenas animais criados à pasto e com idade variando de quatro e quatorze anos, encontraram peso médio de 447kg.

Diversos estudos têm mostrado que o peso à maturidade apresenta altas herdabilidades (CARTWRIGHT, 1979; BULLOCK, BERTRAND e BENYSHEK, 1993; NORTHCUTT e WILSON, 1993; WINKLER, 1993; MACNEIL, 2003; MELLO et al., 2006; BOLIGON et al., 2009; LOPEZ, 2013). O aumento do peso adulto leva a maiores exigências de manutenção, difíceis de serem atendidas em sistemas de produção extensivos (JENKINS e FERREL, 2002; YOKOO et al., 2007).

Este é um ponto relevante, pois a manutenção do rebanho de vacas é fator determinante da eficiência econômica dos sistemas de produção (KLOSTERMAN, 1972; GIANLORENÇO et al., 2003; PEREIRA et al., 2005; YOKOO et al., 2007; LOPEZ, 2013), sendo importante estar sempre atento aos objetivos almejados. Segundo COSTA et al. (2011), o peso à maturidade está associado ao requerimento de manutenção, reprodução e outras características

fisiológicas, tendo impacto econômico em programas de produção de carne e devendo ser considerado em programas de seleção.

Uma forma de reduzir aumentos de pesos indesejados em algumas idades é por meio da utilização de índices de seleção, com valores econômicos para os pesos nas diversas idades, conforme constatado por MACNEIL (2003). Neste estudo, a utilização de índice de seleção foi eficiente para restringir as respostas para peso ao nascimento e peso adulto de vacas, com efeito favorável na curva de crescimento.

Entretanto, MERCADANTE et al. (2003) verificaram que a seleção para peso ao sobreano em fêmeas da raça Nelore, acompanhado por 16 anos, promoveu aumentos no peso e no tamanho adulto das vacas, mas não afetou o desempenho reprodutivo, ajudando a desmistificar a ideia que a seleção para tamanho afeta negativamente a reprodução. Além disso, SILVA et al (2000), utilizando dados do mesmo rebanho Nelore, concluíram que a seleção para peso pós-desmama produziu mais gramas de bezerro por quilograma de vaca, tanto aos 120 como aos 210 dias de idade de seus produtos.

VARGAS et al. (1999) estudaram eficiência em vacas Brahman pequenas, médias e grandes nos três primeiros partos. Vacas pequenas e médias foram mais eficientes no primeiro e segundo parto, mas, no terceiro parto, quando atingiram seu potencial de crescimento pleno, as fêmeas grandes foram biologicamente mais eficientes. Este resultado é coerente com a conclusão de JENKINS e FERREL (2002), que argumentam que a eficiência máxima ocorre a um nível de ingestão alimentar, o qual não limite a reprodução das vacas e que também forneça suficiente energia para produção de leite, para que o potencial de crescimento da raça seja na alcançado na expressão do bezerro.

Porém, VARGAS et al. (1999) comentam que o tamanho moderado para vacas Brahman deve ser o mais indicado em condições comerciais, procurando equilibrar as necessidades de manutenção com o potencial de crescimento.

Da mesma forma que a seleção para pesos em idades jovens leva a incrementos no peso adulto, existe a tendência de vacas maiores produzirem bezerros mais pesados, sendo a afirmativa válida para raças taurinas e zebuínas (BRINKS et al., 1962; KRESS et al., 1969; CARTWRIGHT,

FITZHUGH JR e LONG, 1975; FITZHUGH JR, LONG e CARTWRIGHT, 1975; CARTWRIGHT, 1979; MCCURLEY e MCLAREN, 1981; OLSON et al., 1982; MEYER et al., 1991; NORTHCUTT e WILSON, 1993; VARGAS et al., 1999; PEREIRA et al., 2005). Entretanto, o raciocínio deveria ser voltado para a produtividade do sistema, pois existem estudos que verificaram que vacas grandes produzem menos quilogramas de bezerro por unidade de área (CARTWRIGHT, FITZHUGH JR e LONG, 1975; FITZHUGH JR, LONG e CARTWRIGHT, 1975; GIANLORENÇO et al., 2003).

KRESS, DOORNBOS e ANDERSON (1990) verificaram que vacas maiores e com maior potencial leiteiro desmamaram bezerros mais pesados. Entretanto, expressando peso à desmama do bezerro em relação ao peso da vaca e/ou taxa reprodutiva da vaca, as vacas maiores não eram as mais produtivas. Este resultado corrobora os estudos de ALENCAR et al. (1997) e MCMANUS et al. (2002), que concluíram que as vacas mais pesadas consomem mais alimentos e produzem bezerros mais pesados, mas podem não ser as mais eficientes, justificando a utilização de relações de peso de bezerro / peso de vaca.

Portanto, na seleção de corte não se deve levar em consideração apenas o peso dos bezerros, mas também a eficiência reprodutiva e o peso das vacas (OLIVEIRA, ALENCAR e LIMA, 1995).

ALENCAR et al. (1997) verificaram que o peso dos bezerros aumentava com o incremento da idade da vaca, estabilizando quando esta atingia nove anos de idade. Porém, à medida que as vacas ficavam mais velhas, aumentava também o seu próprio peso, permanecendo uma relação entre peso à desmama do bezerro por peso da vaca mais favorável para as vacas jovens, com 3 a 4 anos de idade.

RIBEIRO et al. (2001), estudando várias medidas de eficiência produtiva em bovinos de diversos grupamentos genéticos e submetidos a diferentes tratamentos, constataram que as razões de peso ao desmame ajustado para 205 dias por peso da vaca à desmama e, peso ao desmama ajustado para 205 dias por peso metabólico da vaca à desmama, foram altamente correlacionadas (0,98). Porém, DINKEL e BROWN (1978), em estudo conduzido com as raças Charolesa e Angus, chegaram à conclusão que a

utilização do peso metabólico da vaca à desmama na relação peso do bezerro por peso da vaca é mais eficiente para determinar a eficiência da matriz (79%), em relação à utilização do peso da vaca à desmama (73%). BOLIGON et al.(2013) comentam que a utilização do peso metabólico da vaca à desmama na relação levará ao descarte de vacas menos eficientes em converter alimento em quilogramas de bezerros desmamados, o que deverá reduzir os custos de produção do rebanho.

As relações fenotípicas de peso à desmama do bezerro por peso da vaca foram estudadas na raça Nelore por alguns pesquisadores. OLIVEIRA, ALENCAR e LIMA (1995), trabalhando com 361 informações de um rebanho Nelore comercial do município de Taciba-SP, encontraram média de 0,437 para a relação peso à desmama do bezerro por peso da vaca ao parto. ALENCAR et al. (1997), obtiveram valor próximo, de 0,427, em 2516 observações de peso do bezerro à desmama por peso da vaca ao parto, em rebanho Nelore comercial na região oeste do estado de São Paulo.

SILVA et al. (2000), trabalhando com 3777 pares de informações de peso de bezerro à desmama / peso da vaca à desmama do rebanho do Instituto de Zootecnia de Sertãozinho-SP, encontraram relações de 0,375 (Nelore linha controle) e 0,380 (Nelore linha seleção). Estas médias foram ligeiramente inferiores, mas o peso de vaca utilizado foi o peso da vaca à desmama, o qual normalmente é maior que o peso ao parto. Este resultado é consistente com o valor de 0,38 do estudo de BOLIGON et al. (2013), trabalhando com 6408 informações do rebanho Nelore do Instituto de Zootecnia, Sertãozinho-SP.

SILVA et al. (2015), utilizando 706 pares de dados para peso de bezerros e vacas à desmama, de três fazendas no Pantanal, comentaram que a razão do peso do bezerro por peso da vaca é uma ótima ferramenta para avaliar a eficiência das fêmeas, por indicar a produção e a contribuição da vaca a cada produto desmamado. A média encontrada para a relação foi de 0,47, sendo as vacas de menor porte foram mais eficientes (0,57) em relação às vacas de maior porte (0,40).

Foram encontrados na literatura apenas dois estudos que calcularam parâmetros genéticos para as relações peso à desmama do bezerro por peso

da vaca à desmama. MACNEIL (2005), utilizando um rebanho composto  $\frac{1}{4}$  Charolês x  $\frac{1}{4}$  Tarantaise x  $\frac{1}{2}$  Red Angus, a partir da geração F2, encontrou herdabilidade direta de 0,20. Resultado próximo foi obtido por BOLIGON et al.(2013), estudando 6408 bezerros da raça Nelore, filhos de 1595 vacas, encontrando herdabilidades de 0,22 para a relação peso à desmama do bezerro por peso da vaca à desmama e, 0,19 para a relação peso à desmama do bezerro por peso metabólico da vaca à desmama.

O Programa de Melhoramento Genético dos Zebuínos (PMGZ), conduzido pela Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ), possui na atualidade aproximadamente 2.000 rebanhos participantes de todas as raças zebuínas. O programa iniciou em 1968 com a coleta de informações de peso, através do Controle de Desenvolvimento Ponderal (CDP), que consiste de pesagens trimestrais dos animais jovens dos rebanhos participantes e que, até hoje, é a principal fonte de dados para o programa.

Portanto, o PMGZ fez 50 anos em 2018 e trabalha, na atualidade, com diversas características, agrupadas da seguinte maneira:

- Características de desempenho: peso à idade materna (120 dias), peso à desmama (210 dias), peso ao ano (365 dias), peso ao sobreano (450 dias);
- Características de habilidade materna: efeito materno (120 dias) e total materno à desmama;
- Características reprodutivas: idade ao primeiro parto, *stayability*, perímetro escrotal (aos 365 e 450 dias);
- Características de carcaça: área de olho de lombo, espessura de gordura (acabamento);
- Características de tipo (avaliações visuais): estrutura, precocidade, musculatura.

Dada a importância de incluir no PMGZ características que representem a produtividade das matrizes e a carência de pesquisas com dados de abrangência nacional sobre relações de peso à desmama por peso da vaca à desmama, o presente estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade de integrar futuramente a variável ao programa.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 A raça Nelore**

A raça Nelore, bem como as demais raças zebuínas criadas no Brasil, tem origem indiana. A introdução destas raças na pecuária brasileira ocorreu principalmente nos séculos XIX e XX. Hoje as raças zebuínas dominam o cenário da bovinocultura nacional, tendo grau de sangue predominante em aproximadamente 80% dos bovinos brasileiros.

A principal vantagem competitiva em relação às raças europeias é a adaptação ao clima tropical, o que permite que sejam alcançados bons desempenhos produtivos e reprodutivos em regime de pasto, principal forma de exploração de bovinos em nosso país.

Neste contexto, a raça Nelore não foi aquela que despertou o maior interesse dos criadores logo de início, pois o aspecto morfológico mais fácil de ser verificado pelo mercado para determinar que um bovino possuía sangue zebuíno, era o tamanho das orelhas.

A partir da década de 1960, com novas importações e o advento das braquiárias, a raça Nelore teve oportunidade de mostrar todo seu potencial, sendo maciçamente utilizada em regiões de abertura de fronteiras.

O alto instinto de defesa própria e de defesa da cria, as parições regulares de bezerros medianos, saudáveis e que se locomovem imediatamente após o parto junto com o rebanho, a produção de leite sob medida para criar bezerros saudáveis e eliminando problemas de mastite, entre outros fatores, facilitaram a expansão geométrica da raça no Brasil. Hoje, a raça Nelore domina a pecuária de corte do Brasil, sendo a maior força produtiva da indústria de carne do país.

## 2.2 Descrição dos dados

O presente estudo foi desenvolvido com informações do Banco de Dados do Programa de Melhoramento Genético das Raças Zebuínas, da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu.

O arquivo contava inicialmente com 12.910 pares de informações de peso do bezerro à desmama / peso da vaca à desmama, sendo 11.848 referentes à Nelore Padrão e 1.062 referentes à Nelore Mocho.

As consistências realizadas no banco de dados foram as seguintes: regime alimentar = à pasto; condição de criação = mamando ou desmamado; eliminação de pesos =. ou 0; idade da pesagem à desmama compreendida no intervalo  $\geq 150$  a  $\leq 270$  dias; intervalo entre partos da matriz  $\geq 278$  dias; situação reprodutiva da vaca à desmama = prenhe. Após estas consistências, o arquivo final ficou com 4.253 observações.

## 2.3 Parâmetros genéticos

Os componentes de (co)variância foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita, utilizando o programa computacional MTDFREML, empregando-se modelo animal unicaracterística, descrito na forma matricial como:

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

onde:  $y$  é o vetor da variável dependente;  $X$  é matriz de incidência dos efeitos fixos;  $\beta$  é o vetor de efeitos fixos;  $Z$  é a matriz de incidência do efeito genético aditivo direto;  $a$  é o vetor de efeito genético aditivo direto;  $e$  é o vetor de efeitos aleatórios residuais.

As análises foram realizadas usando os softwares da família BLUPF90 (Misztal et al, 2002), Programa R (2017) e SAS (2004).

A variável dependente estudada foi a relação peso do bezerro à desmama por peso metabólico da vaca à desmama, utilizando a seguinte

fórmula:  $RPD = \text{relação do peso à desmama do bezerro} / \text{peso metabólico da vaca à desmama}$ . O peso metabólico foi calculado considerando o peso da vaca à desmama na potência 0,75. A relação foi expressa em quilograma de bezerro por quilograma de vaca.

Os efeitos fixos considerados na análise estatística foram: sexo do bezerro, condição de criação por ocasião da pesagem da desmama (mamando ou desmamado), classe de idade da vaca, ano-estação de nascimento da vaca, criador/fazenda de origem da vaca, criador/fazenda da pesagem. Estes efeitos foram agrupados dentro de uma única variável, o grupo contemporâneo.

O efeito de idade das vacas foi agrupado em 14 classes, de acordo com a idade em meses: Classe 1:  $\leq 30$  meses; Classe 2:  $>30$  até  $\leq 42$  meses; Classe 3:  $>42$  até  $\leq 54$  meses; Classe 4:  $>54$  até  $\leq 66$  meses; Classe 5:  $>66$  até  $\leq 78$  meses; Classe 6:  $>78$  até  $\leq 90$  meses; Classe 7:  $>90$  até  $\leq 102$  meses; Classe 8:  $>102$  até  $\leq 114$  meses; Classe 9:  $>114$  até  $\leq 126$  meses; Classe 10:  $>126$  até  $\leq 138$  meses; Classe 11:  $>138$  até  $\leq 150$  meses; Classe 12:  $>150$  até  $\leq 162$  meses; Classe 13:  $> 162$  até  $\leq 174$  meses; Classe 14:  $>174$  meses.

Foi utilizado na análise um arquivo de genealogia contendo identificação de pai e mãe, totalizando 24.292 animais na matriz de parentesco.

## 2.4 Análise de resíduos

No arquivo de dados com 4.253 pares de observações de peso à desmama e peso da vaca à desmama, não foi realizada consistência clássica ( $\pm 3$  desvios-padrão) para retirada de dados extremos. A proposta neste estudo foi a utilização da análise de resíduos para identificação de *outliers*.

O método delta, proposto por CASELLA e BERGER (2002), foi utilizado para calcular os intervalos de confiança, permitindo o cálculo dos erros-padrão da herdabilidade a cada rodada da avaliação genética.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Relação de peso à desmama do bezerro por peso da vaca à desmama**

A relação fenotípica entre peso à desmama e peso da vaca à desmama pode ser um indicador de eficiência, pois o numerador indica receita e o denominador indica custo, através da geralmente aceita associação entre peso da vaca e o requerimento nutricional.

MACNEIL et al. (2017) comentam que, para vacas de corte, eficiência anual pode ser definida como a relação entre peso de bezerro produzido e o consumo requerido de alimentos para sustentar a vaca e permitir que ela crie seu bezerro.

JOHNSON, DUNN e RADAKOVICH (2010) definem eficiência global de um sistema de produção de bovinos de corte como a combinação de eficiência biológica, quantidade de alimento consumido para quantidade de carne produzida e eficiência econômica, ou seja, total de gastos e de receitas.

Portanto, otimizar a relação entre eficiência biológica e econômica é um processo complexo, que requer conhecimento sobre o potencial genético dos animais, ambiente no qual serão criados e decisões sobre quando e como o produto irá para o mercado.

Existem poucos trabalhos na literatura com a raça Nelore estudando as relações de peso à desmama do bezerro por peso da vaca. Além disso, a maioria trabalhou com poucas informações e representando regiões geográficas específicas.

O número final de 4.242 pares de informações de peso à desmama do bezerro e peso da vaca à desmama, utilizado no presente estudo, apesar de pertencer a diversos rebanhos, de diferentes regiões no Brasil, também não tem volume significativo. Isto se deve ao fato do peso da vaca ao parto ou à desmama não ser medida obrigatória do PMGZ.

A coleta da informação do peso da vaca à desmama é uma tarefa que não aumenta significativamente o gasto de tempo com manejo nas propriedades, pois os lotes de vacas com bezerros a serem desmamados são

levados ao curral para a apartação. Portanto, os criadores deveriam ser orientados a incluir esta medida na sua rotina, levando ao aumento substancial do número de informações e dando mais embasamento para utilização da RPD.

Além disso, seria possível monitorar o peso adulto das matrizes zebuínas, o que é importante devido a sua forte relação com a necessidade de manutenção e, conseqüentemente, associação com o custo da atividade de cria.

A distribuição do número de bezerros, de acordo com o número de partos por vaca, encontra-se na tabela 1.

Tabela 1. Número de bezerros de acordo com o número partos por vaca

Nº Partos por Vaca	Nº Bezerros
1	3.423
2	630
3	177
4	12
Total	4.242

A média obtida para peso à desmama neste estudo foi de 218kg, com idade média de 229 dias. O peso médio das vacas, por ocasião da desmama de seus bezerros, foi de 514kg. A média para peso de vaca superou bastante a média relatada por ROSA et al. (2001), de 447 kg, em 34 rebanhos de onze diferentes regiões do Brasil.

A média da relação peso à desmama do bezerro por peso metabólico da vaca à desmama (RPD) foi de 2,03 (Tabela 2), havendo apenas um estudo na raça Nelore para comparação direta, que é o estudo de BOLIGON et al. (2013), que encontraram média de 1,79 para esta relação, resultado obtido com 6.408 pares de observações peso à desmama do bezerro/peso metabólico da vaca à desmama.

Quanto maior o valor de RPD, mais eficiente é a vaca em termos de kg de bezerro produzido em relação ao seu peso. Os valores encontrados para RPD neste estudo foram bastante próximos daqueles observados por

BOLIGON et al. (2013), inclusive os valores máximo e mínimo da característica nos dois estudos.

Os demais estudos encontrados na literatura trabalharam com peso vivo da vaca ao parto ou à desmama, não sendo possível fazer uma comparação direta entre os resultados.

Tabela 2. Média e desvio padrão (dp) e valores mínimo e máximo para a relação peso do bezerro à desmama por peso metabólico da vaca à desmama (kg/kg)

Nº Vacas	Nº Bezerros	Média(dp)	Mínimo	Máximo
3800	4242	2,0335 (0,3229)	0,6041	2,9984

Segundo a teoria de Kleiber,  $\text{peso metabólico} = \text{peso vivo}^{0,75}$ . Essencialmente, quanto maior o animal, mais eficientemente utiliza energia. Isto ocorre devido à relação matemática e geométrica entre a superfície e o volume corporal (JOHNSON, DUNN e RADAKOVICH, 2010). Como exemplo, os autores citam que um elefante em média pesa aproximadamente 220.000 vezes mais que um rato, mas requer apenas 10.000 vezes mais energia na forma de calorias na alimentação para se sustentar.

Portanto, a biologia da necessidade de energia de manutenção indica que vacas maiores consomem mais que vacas pequenas, mas a necessidade adicional de energia, em porcentagem, é menor que seu peso adicional, em porcentagem. Vacas de 1.200 libras pesam 20% mais que vacas de 1.000 libras, mas necessitam apenas 13% mais de energia (JOHNSON, DUNN e RADAKOVICH, 2010).

Além desta explicação teórica, existe suporte na literatura para utilização do peso metabólico da vaca no cálculo da relação peso do bezerro por peso da vaca, em detrimento do peso vivo.

DINKEL e BROWN (1978) verificaram que a relação calculada com peso metabólico foi mais eficiente para determinar a eficiência da vaca (79%), comparada com a relação utilizando o peso vivo (73%).

RIBEIRO et al. (2001) constataram que as relações de peso ao desmame ajustado para 205 dias por peso da vaca à desmama e, peso ao

desmama ajustado para 205 dias por peso metabólico da vaca à desmama, foram altamente correlacionadas (0,98).

BOLIGON et al. (2013) comentaram que o peso metabólico está mais associado à eficiência que o peso vivo, sendo mais interessante utilizá-lo no cálculo da relação peso à desmama do bezerro por peso da vaca.

Baseado nestas evidências, optou-se neste estudo pela utilização do peso metabólico da vaca no cálculo da relação peso à desmama do bezerro por peso da vaca à desmama.

### **3.2 Parâmetros genéticos para a relação peso à desmama do bezerro por peso da vaca à desmama**

O valor encontrado para herdabilidade de RPD no presente estudo foi 0,31(0,03) (Tabela 3), o que sugere que a característica é passível de seleção e que são esperadas respostas favoráveis, caso seja utilizada como critério de seleção.

Portanto, utilizando RPD como ferramenta de seleção, levará a melhorias de eficiência do rebanho, promovendo aumento da relação peso à desmama do bezerro por peso da vaca à desmama, ou seja, aumento de kg de bezerros produzidos à desmama por kg de peso metabólico de vaca à desmama.

A relação peso à desmama do bezerro por peso da vaca à desmama foi estudada por diversos autores, mas a maioria apenas relatando o uso da relação como critério de seleção fenotípico.

Foram encontrados na literatura apenas dois estudos que calcularam os parâmetros genéticos desta relação.

MACNEIL (2005) estudou a relação utilizando um rebanho composto, encontrando herdabilidade de 0,20.

BOLIGON et al. (2013) chegaram a um resultado muito próximo na raça Nelore, com herdabilidades de 0,22 para a relação peso à desmama do bezerro por peso da vaca à desmama e, 0,19 para a relação peso à desmama do bezerro por peso metabólico da vaca à desmama.

Com base nos resultados encontrados, BOLIGON et al. (2013) sugerem a inclusão da relação de peso do bezerro à desmama por peso metabólico da vaca à desmama em índices de seleção, pois a utilização da relação como critério de seleção deve promover, a longo prazo, melhorias na eficiência produtiva das matrizes do rebanho.

A justificativa para utilização do peso metabólico da vaca, em detrimento do peso vivo, apesar da menor herdabilidade encontrada, vem ao encontro do nosso pensamento no presente estudo, pois peso metabólico está mais associado à eficiência que o peso vivo do animal.

MACNEIL (2005) argumenta que a seleção fenotípica para a relação peso à desmama do bezerro por peso da vaca à desmama pode ser considerada como seleção simultânea para aumento no peso à desmama e diminuição no peso da vaca, o que está em oposição à correlação genética positiva entre as características.

Além disso, como os fenótipos são tomados em diferentes indivíduos, existem confundimentos de efeitos genéticos direto e materno que atuam nestes fenótipos. Segundo o autor, o forte antagonismo genético entre efeitos direto e materno ( $r_G = -0,77$ ) encontrado em seu estudo, aliado à baixa herdabilidade da relação ( $h^2 = 0,20$ ), é um grande desafio para a utilização da relação como parâmetro fenotípico de seleção.

Apesar disso, na linha de seleção do rebanho, a tendência genética para efeito direto de peso à desmama dos bezerros foi de 1,43kg/geração, para efeito materno de 2,90kg/geração e para peso adulto das vacas - 2,79kg/geração, sugerindo aumento no peso à desmama e diminuição do peso das vacas, quando utilizada a relação como critério de seleção.

VAN VLECK, GREGORY e BENNETT (1996) estudaram correlações genéticas entre efeito genético direto e materno para peso à desmama e também encontraram valores negativos, porém de menores magnitudes e diferindo entre raças.

Já no estudo de ALBUQUERQUE e MEYER (2001), utilizando 663,393 animais da raça Nelore, as correlações genéticas entre efeitos diretos e maternos foram consideradas zero.

Segundo MEYER (1997), estimativas elevadas e negativas de covariâncias genéticas de efeitos direto e materno estão associadas a superestimativas das variâncias genéticas aditivas direta e materna. Portanto, não é possível fazer generalizações a respeito destas associações.

MCMANUS et al. (2002) e JOHNSON, DUNN e RADAKOVICH (2010) argumentam que as relações de peso à desmama por peso da vaca ignoram informações de outras características de importância econômica, como o desempenho reprodutivo.

Uma solução para este problema é incorporar, na análise, registros de vacas que foram para a monta e não pariram ou que pariram, mas não desmamaram o bezerro, conforme realizado por BOLIGON et al. (2013).

As altas repetibilidades (0,68) encontradas em seu estudo sugerem que a utilização destes registros cria uma ótima ferramenta para descarte de vacas. Infelizmente, no presente estudo, não havia disponibilidade de dados de vacas que emprenharam e não pariram ou que pariram e não desmamaram seus bezerros.

Mas, é de fundamental importância que estas informações sejam incluídas em futuras análises, permanecendo a matriz com eficiência 0 (zero) naqueles partos em que o bezerro não foi desmamado.

### **3.3 Análise de resíduos**

A análise de resíduos através do método delta (CASELLA e BERGER, 2002) foi utilizada no presente estudo, substituindo a consistência clássica (+/- 3 desvios padrão em relação à média da característica), para a identificação de dados extremos.

A análise de resíduos é importante para identificar dados extremos ou *outliers*, que são observações ou medidas suspeitas, pois têm valores muito menores ou muito maiores que a grande maioria das observações do conjunto de dados, ou seja, têm um valor incomum para uma explicação plausível (COUSINEAU e CHARTIER, 2010).

### 3.3.1 Outliers

Uma observação influente tem, sozinha ou em conjunto com outras observações, grande impacto em valores estimados (CHATTERJEE e HADI, 1986). Um *outlier* é uma observação extrema, fora da normalidade de uma variável, mas nem sempre é uma observação influente.

OSBORNE e OVERBAY (2004) resumiram as causas potenciais de *outliers* em conjuntos de dados:

- Erro humano na coleta ou no registro da informação;
- Comunicações incorretas de dados, motivacionais ou propositais;
- Erro na amostragem;
- Erros metodológicos na coleta de informações;
- Suposições incorretas sobre a distribuição dos dados;
- *Outliers* legítimos, ou seja, observações extremas reais.

OSBORNE e OVERBAY (2004) e CARDINALI, PEZZULLI e ANDERSSON (2004) argumentam que dados incomuns não são necessariamente dados ruins, podendo conter alguns dos mais úteis conjuntos de informações.

Necessariamente surge uma pergunta: O que fazer com as observações extremas ou *outliers*? Existem muitas controvérsias sobre o que constitui um *outlier*, bem como se devem ou não ser removidos do conjunto de dados.

KIANIFARD e SWALLOW (1987) consideraram importante a identificação de dados extremos, isolados ou erros, com o intuito de removê-los do conjunto de dados ou, ao menos, diminuir seu peso na análise dos dados restantes.

Dados obtidos de estudos observacionais, em contraste a estudos em condições controladas, podem ser ruins do ponto de vista da variável dependente (Y), bem como do ponto de vista de pontos extremos nas variáveis independentes (X) (PREGIBON, 1981).

Segundo OSBORNE e OVERBAY (2004), *outliers* podem ter efeitos deletérios em análises estatísticas. Primeiro, porque geralmente servem para aumentar a variância do erro e reduzir o poder dos testes estatísticos. Segundo, porque se não forem aleatoriamente distribuídos, podem diminuir a normalidade da distribuição.

Em regressões de quadrados mínimos, qualquer mudança no valor da observação  $y_i$  tem um impacto proporcional na estimativa  $\hat{y}_i$  (CARDINALI, PEZZULLI e ANDERSSON, 2004).

Inferências baseadas em regressões de quadrados mínimos podem ser fortemente influenciadas por poucos dados do conjunto, havendo possibilidade de dados extremos distorcerem as conclusões sobre as relações entre as variáveis estudadas (PREGIBON, 1981; COOK e WEISBERG, 1982; CHATTERJEE e HADI, 1986; CARDINALI, PEZZULLI e ANDERSSON, 2004; OSBORNE e OVERBAY, 2004; COUSINEAU e CHARTIER, 2010).

Mesmo identificando *outliers* legítimos em conjuntos de dados e considerando que estas informações podem ser valorosas, é construtivo determinar até que ponto a estimativa depende deles (CARDINALI, PEZZULLI e ANDERSSON, 2004). Ou seja, há situações em que mesmo *outliers* legítimos devem ser eliminados.

A eliminação de observações extremas através da regra simples “+/- 3 desvios-padrão em relação à média da característica” é simples e relativamente efetiva (OSBORNE e OVERBAY, 2004).

No presente estudo optou-se pela utilização do método proposto por CASELLA e BERGER (2002) para identificação de *outliers*. O método delta é um procedimento matemático para estimação de variâncias e, conseqüentemente, de intervalos de confiança (OLIVEIRA, SANTANA e LOPES, 1997).

Na prática, consiste basicamente de executar a avaliação genética diversas vezes, inicialmente com os dados brutos, sem consistências. A cada rodada da avaliação genética são estimadas as variâncias genética e residual e, seus erros-padrão. Subtraindo os erros-padrão das respectivas variâncias, são obtidas novas estimativas de variâncias, sendo possível calcular nova estimativa de herdabilidade.

Assim, é possível obter o erro-padrão da herdabilidade. A cada rodada, são calculados novos intervalos de confiança, permitindo a identificação de *outliers*.

### 3.3.2 Eliminação de *outliers* e resultados obtidos

Conceitualmente, existem argumentos fortes para a remoção de *outliers*. OSBORNE e OVERBAY (2004) demonstraram empiricamente as vantagens de eliminar *outliers* do conjunto de dados. Na maioria das análises que fizeram, houve aumento de acurácia e diminuição da variância residual, quando eliminados os *outliers*.

A presença de *outliers* pode levar o pesquisador a cometer erros do Tipo I (rejeitar  $H_0$ , quando é verdadeira) e do Tipo II (aceitar  $H_0$ , quando é falsa) (FIGUEIREDO FILHO e SILVA JÚNIOR, 2009; OSBORNE e OVERBAY, 2004).

No presente estudo não foi possível verificar a causa dos *outliers* encontrados no conjunto de dados, optando-se pela eliminação dos dados que extrapolaram o intervalo de confiança calculado pelo método.

A eliminação dos *outliers* levou ao aumento da variância genética e diminuição na variância residual, melhorando a estimativa de herdabilidade.

A ideia era fazer tantas rodadas quanto fossem necessárias, até a estabilização, ou seja, até não haver mais alteração no intervalo de confiança e, conseqüentemente, eliminação de *outliers*.

Foram necessárias apenas duas rodadas para chegar à estabilização, com eliminação de 11 informações, permanecendo o arquivo final de dados com 4.242 observações.

Na tabela 3 nota-se que houve aumento da variância genética e diminuição da variância residual, com conseqüente aumento de herdabilidade, após a eliminação dos *outliers*.

COOK e WEISBERG (1982) mencionam que ferramentas de diagnóstico, como por exemplos gráficos de dispersão, são importantes para identificação de problemas de não-conformidade com o modelo hipotético, podendo ajudar na detecção de *outliers*.

Tabela 3. Estimativas de componentes de variância e herdabilidade com os respectivos erros-padrão em cada rodada considerada

Rodada	$V_g$	$V_e$	$h^2$
1	0,0255 (0,0053)	0,0618 (0,0044)	0,2920 (0,0317)
2	0,0260 (0,0051)	0,0571 (0,0042)	0,3123 (0,0294)

Na Figura 1 é possível observar a correlação entre os valores genéticos estimados para RPD antes (EBV1) e após (EBV2) a análise de resíduos. Existe uma grande concentração dos valores genéticos ao longo do eixo, o que significa que a maioria dos valores genéticos estimados teve valores muito próximos antes e após a análise de resíduos.

Reflexo disto é a elevada correlação fenotípica obtida (0,98), sendo também coerente com a pequena eliminação de dados após a primeira rodada da análise.

Segundo FIGUEIREDO FILHO e SILVA JÚNIOR (2009) o coeficiente de correlação é fortemente influenciado pela presença de *outliers*.

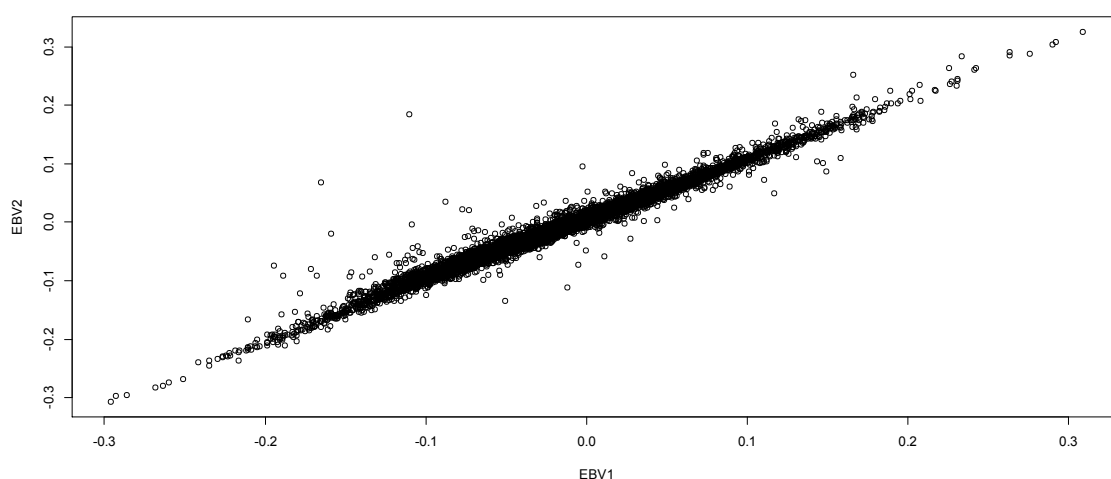


Figura 1. Distribuição dos valores genéticos de RPD antes (EBV1) e após análise de resíduos (EBV2).

O gráfico de dispersão entre as acurácias dos valores genéticos de RPD antes (AC1) e após (AC2) análise de resíduos também mostrou padrão coerente (Figura 2). Houve pouca discrepância entre as duas estimativas.

A maior concentração de valores próximos a zero pode ser explicada pelo grande número de animais na matriz de parentesco (24.292 animais), a maioria sem informação fenotípica.

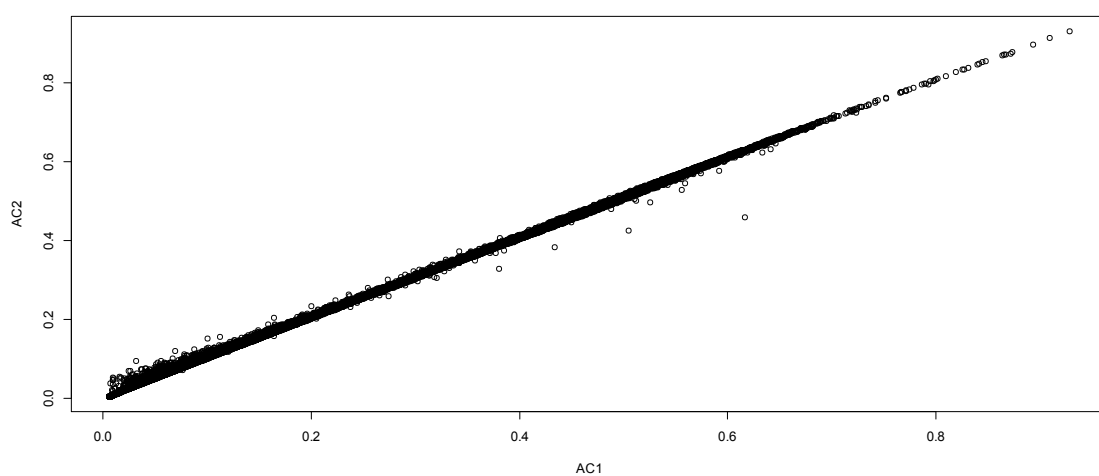


Figura 2. Distribuição das acurácias dos valores genéticos antes (AC1) e após análise de resíduos (AC2).

#### 4. CONCLUSÃO

No cálculo da relação peso à desmama do bezerro por peso da vaca à desmama, deveria sempre ser utilizado o peso metabólico da vaca, no lugar do peso vivo, devido à maior relação com a eficiência da vaca.

A herdabilidade encontrada para RPD, neste estudo, sugere que a utilização da relação como critério de seleção deve promover melhorias na eficiência produtiva de vacas da raça Nelore.

Deveria ser considerada a inclusão de RPD em índices de seleção, como característica adicional de eficiência, ponderada por valor econômico.

O peso da vaca à desmama deveria tornar-se medida obrigatória nos rebanhos participantes do PMGZ, por ser indispensável para calcular a relação peso à desmama do bezerro por peso da vaca à desmama e, também, para acompanhar e avaliar o peso das vacas, considerando que a necessidade de manutenção está fortemente relacionada com o peso adulto dos bovinos.

São necessários mais estudos sobre a RPD, devido à escassez de trabalhos com estimativa de parâmetros genéticos para a relação e, também, o pequeno número de informações utilizadas neste e nos demais estudos já realizados.

A análise de resíduos foi eficiente em identificar *outliers*, podendo ser implementada como método, no lugar da simples eliminação de dados com mais de 3 desvios-padrão em relação à média da característica estudada.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. et al. Desempenho produtivo de vacas da raça nelore e cruzadas Charolês x Nelore, Limousin x Nelore e Tabapuã x Gir. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.26, n.3, p.467-72, 1997.

ARANGO, J.A.; VAN VLECK, L.D. Size of beef cows: early ideas, new developments. *Genetics and Molecular Research*, v.1, n.1, p.51-63, 2002.

BALDI, F. et al. Parâmetros genéticos para características de tamanho e condição corporal, eficiência reprodutiva e longevidade em fêmeas da raça Canchim. *R.Bras. Zootec.*, v.37, n.2, p.247-53, 2008.

BOLIGON, A.A. et al. Herdabilidades e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da raça Nelore. *Rev.Bras.Zootec.*, v.38, n.12, p.2320-6, 2009.

BOLIGON, A.A. et al. Parâmetros genéticos para diferentes relações de peso ao nascer e à desmama em vacas da raça Nelore. *Ciência Rural*, v.43, n.4, p.676-81, 2013.

BRINKS, J.S. et al. Mature weight in Hereford range cows - heritability, repeatability, and relationship to calf performance. *J.Anim.Sci.*, v.21, n.3, p.501-4, 1962.

BULLOCK, K.D; BERTRAND, J.K.; BENISHEK, L.L. Genetic and environmental parameters for mature weight and other growth measures in Polled Hereford cattle. *J.Anim.Sci.*, v.71, p.1737-41, 1993.

CARDINALI, C; PELLUZZI, S; ANDERSSON, E. Influence matrix diagnostic of a data assimilation system. Q.J.R.Meteorol.Soc., v.130, p.2767-86, 2004.

CARTWRIGHT, T.C. Size as a component of beef production efficiency: cow-calf production. J.Anim.Sci., v.48, n.4, p.974-80, 1979.

CARTWRIGHT, T.C.; FITZHUGH JR, H.A.; LONG, C.R. Systems analysis of sources of genetic and environmental variation in efficiency of beef production: mating plans. J.Anim.Sci., v.40, n.3, p.433-43, 1975.

CASELLA, G.; BERGER, R.L. Statistical inference. Thomson Learning, 2nd edition, 2002.

CHATTERJEE, S; HADI, A.S. Influential observations, high leverage points, and outliers in linear regression. Statistical Science, v.1, n.3, p.379-416, 1986.

COOK, R.D.; WEISBERG,S. Residuals and influence in regression. 1982. 230 f. Monograph on statistics and applied probability – School of statistics, University of Minnesota, Chapman and Hall, New York, 1982.

COSTA, R. B. et al. Estimation of genetic parameters for mature weight in Angus cattle. J. Anim. Sci., v.89 p.2680-6, 2011.

COUSINEAU, D.; CHARTIER, S. Outliers detection and treatment: a review. International Journal of Psychological Research, v.3, n.1, p.58-67, 2010.

DINKEL, C.A.; BROWN, M.A. An evaluation of the ratio of calf weight to cow weight as an indicator of cow efficiency. SOUTH DAKOTA COW-CALF FIELD DAY, 1978, South Dakota State University. Proceedings... South Dakota State University, 1978, Paper 4, p.30-32.

FIGUEIREDO FILHO, D.B.; SILVA JÚNIOR, J.A. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ). Rev.Política Hoje, v.18, n.1, p.115-46, 2009.

FITZHUGH, H.A. Animal size and efficiency, with special reference to the breeding female. Anim. Prod., v.27, n.3, p.393-401, 1978

FITZHUGH JR, H.A.; LONG, C.R.; CARTWRIGHT, T.C. Systems analysis of sources of genetic and environmental variation in efficiency of beef production: heterosis and complementarity. J.Anim.Sci., v.40, n.3, p.421-32, 1975.

GIANLORENÇO, V.K. et al. Herdabilidades e correlações genéticas de características de machos e fêmeas, em um rebanho bovino da raça Canchim. R. Bras. Zootec., v.32, n.6, p.1587-93, 2003 (Supl. 1)

KIANIFARD, F.; SWALLOW, W.H. Using recursive residuals, calculated on adaptively-ordered observations, to identify outliers in linear regression.1987. 30 f. Institute of statistics mimeo series nº 1905R – Department of statistics, North Carolina State University, Raleigh, NC, 1987.

KLOSTERMAN, E.W. Beef cattle size for maximum efficiency. J.Anim.Sci., v.34, n.5, p.875-80, 1972.

KRESS, D.D.; DOORNBOS, D.E.; ANDERSON, D.C. Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of simmental breeding: V.Calf production, milk production and reproduction of three- to eight-year old dams. J.Anim.Sci., v.68, n.7, p.1910-21, 1990.

KRESS, D.D. et al. Efficiency of production and cow size in beef cattle. J.Anim.Sci., v.29, n.3, p.373-83, 1969.

JENKINS, T.G.; FERREL, C.L. Beef cow efficiency revisited. BEEF IMPROVEMENT FEDERATION, 2002, Omaha, NE. Proceedings... Omaha, NE, 2002, 12p.

JOHNSON J.J.; DUNN B.H.; RADA KOVICH J.D. Understanding cow size and efficiency. BEEF IMPROVEMENT FEDERATION SYMPOSIUM, 42., 2010, Columbia, MO. Proceedings... Columbia, MO, 2010, p.62–70.

LOPEZ, J.A.B. Selection objective for improving efficiency of beef cattle. 2013. 160f. Dissertation (PhD in Animal Science) - University of Nebraska, Lincoln, 2013.

MCMANUS, C. et al. Componentes reprodutivos e produtivos no rebanho de corte da Embrapa Cerrados. Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, p.648-57, 2002.

MACNEIL, M.D. Genetic evaluation of an index of birth weight and yearling weight to improve efficiency of beef production. J.Anim.Sci., v.81, p.2425-33, 2003.

MACNEIL, M.D. Genetic evaluation of the ratio of calf weaning weight to cow weight. ARS, USDA, Miles City, p.794-802, 2005.

MACNEIL, M.D. et al. Alternative approaches to evaluation of cow efficiency. South African Journal of Animal Science, v.47, n.2, p.118-23, 2017.

MACNEIL, M.D.; MOTT, T.B. Genetic analysis of gain from birth to weaning, milk production, and under conformation in line 1 Hereford cattle. J. Anim. Sci., v.84, p.1639-45, 2006.

MCCURLEY, J.R.; MCLAREN, J.B. Relationship of body measurements, weight, age and fatness to size and performance in beef cattle. *J.Anim.Sci.*, v.52, n.3, p.493-9, 1981.

MELLO, S. de P. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento e produtividade em vacas da raça Canchim, utilizando-se inferência bayesiana. *R. Bras. Zootec.*, v.35, n.1, p.92-7, 2006.

MERCADANTE, M.E.Z et al. Direct and correlated responses to selection for yearling weight on reproductive performance of Nelore cows. *J.Anim.Sci.*, v.81, p.376-84, 2003.

MEYER, K. et al. Estimates of covariances between reproduction and growth in Australian beef cattle. *J.Anim.Sci.*, v.69, n.9, p.3533-43, 1991.

MEYER, K. Estimates of genetic parameters for weaning weight of beef cattle accounting for direct-maternal environmental covariances. *Livest. Prod. Sci.*, v.52, p.187-99, 1997.

MISZTAL, I. et al. BLUPF90 and related programs (BGF90). *WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION*, 7., 2002. *Proceedings...* v.28, n.7, 2002

MONTAÑO-BERMUDEZ, M. et al. Energy requirement for maintenance of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. *J. Anim. Sci.*, v.68, p.2279-88, 1990.

NORTHCUTT, S.L.; WILSON, D.E. Genetic parameter estimates and expected progeny differences for mature size in Angus cattle. *J.Anim.Sci.*, v.71, n.5, p.1148-53, 1993.

OLIVEIRA, J.A.L., ALENCAR, M.M., LIMA, R. Eficiência produtiva de vacas da raça Nelore. Rev.Soc.Bras.Zootec., v.24, n.3, p.445-52, 1995

OLIVEIRA, N.F.; SANTANA, V.S.; LOPES, A.A. Razões de proporções e uso do método delta para intervalos de confiança em regressão logística. Revista de Saúde Pública, v.31, n.1, p.90-9, 1997.

OLSON, L.W. et al. Effects of cow size on cow productivity and on calf growth, postweaning growth efficiency and carcass traits. J.Anim.Sci., v.54, n.4, p.704-12, 1982.

OSBORNE, J.W.; OVERBAY, A. The power of outliers (and why researchers should ALWAYS check for them). Practical Assessment, Research and Evaluation, v.9, n.6 – North Carolina State University, 2004. 8p.

PEREIRA, J.C.C. et al. Análise genética de características ponderais e reprodutivas de fêmeas bovinas Tabapuã. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.57, supl. 2, p.231-6, 2005

PREGIBON, D. Logistic regression diagnostics. The Annals of Statistics, v.9, n.4, p.705-24, 1981.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing, Vienna, Austria, 2017.

ROSA, A.N. et al. Peso adulto de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil. Rev.Bras.Zootec., v.30, n.3, p.1027-36, 2001 (Suplemento 1).

RIBEIRO, E.L.A. et al. Eficiência produtiva em vacas primíparas das raças Aberdeen Angus e Charolês. Rev.Bras.Zootec., v.30, n.1, p.125-132, 2001.

SAS Institute Inc., SAS 9.1.3 Help and Documentation, Cary, NC:SAS Institute Inc., 2002-2004.

SILVA, J.A.V.S. et al. Efeito da seleção para peso pós-desmama sobre indicadores da eficiência produtiva de vacas da raça Nelore. Rev.Bras.Zootec., v.29, n.4, p.1020-7, 2000.

SILVA, R.M. et al. Eficiência produtiva ao desmame de vacas Nelore criadas no Pantanal. Arq.Bras.Med.Vet.Zootec., v.67, n.4, p.1105-10, 2015.

SIMONELLI, S.M. et al. Critérios de seleção para características de crescimento em bovinos da raça Nelore. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.56, n.3, p.374-84, 2004.

VAN VILECK, L.D.; GREGORY, K.E.; BENNETT, G.L. Direct and maternal genetic covariances by age of dam for weaning weight. J. Anim. Sci., v.74, p.1801–5, 199

VARGAS, C.A., et al. Influence of frame size and body condition score on performance of Brahman cattle. J.Anim.Sci., v.77, n.12, p.3140–9, 1999.

WINKLER, R. Tamanho corporal e suas relações com algumas características reprodutivas em fêmeas adultas da raça Guzerá. 1993. 116 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 1993.

YOKOO, M.J.I. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. R. Bras. Zootec., v.36, n.6, p.1761-8, 2007.