



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS



Estimativas de componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para medidas ultrassonográficas de bezerros da raça Nelore

Leonardo de Oliveira Seno

Zootecnista

Dourados - MS

Outubro – 2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS



Estimativas de componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para medidas ultrassonográficas de bezerros da raça Nelore

Leonardo de Oliveira Seno

Tese acadêmica inédita apresentada à Comissão Permanente de Pessoal Docente, da Universidade Federal da Grande Dourados, para fins de progressão vertical na Carreira do Magistério Superior – Classe D – Professor Titular – Resolução COUNI nº 860/25.

Dourados - MS

Outubro - 2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S478p	Seno, Leonardo de Oliveira. Estimativas de componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para medidas ultrassonográficas de bezerros da raça Nelore. / Leonardo de Oliveira Seno. – Dourados, MS : UFGD, 2025. 55 f. Tese (Progressão para Professor Titular) - Universidade Federal da Grande Dourados. 1. Avaliação genética. 2. Correlações genéticas. 3. Efeitos genéticos direto e materno. 4. Gado de corte. 5. Herdabilidade. 6. Sistema de produção. I. Título.
-------	--

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**Estimativas de componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para
medidas ultrassonográficas de bezerros da raça Nelore**

Leonardo de Oliveira Seno

O presente trabalho, para avaliação de promoção funcional à Classe Professor Titular, foi avaliado e aprovado, em 15 de outubro de 2025, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Documento assinado digitalmente
gov.br RODRIGO GAROFALLO GARCIA
Data: 10/11/2025 20:31:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia
Titular interno (Presidente)
FCA/UFGD

Documento assinado digitalmente
gov.br HUMBERTO TONHATI
Data: 14/11/2025 16:09:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Humberto Tonhati
Titular externo
UNESP - Campus de Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
gov.br JOSE BENTO STERMAN FERRAZ
Data: 11/11/2025 16:32:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Bento Stermán Ferraz
Titular externo
USP Campus de Pirassununga



Firmado digitalmente por:
MUÑOZ BERROCAL Milthon Honorio
FAU 20172356720 soft
Motivo: En señal de conformidad
Fecha: 14/11/2025 14:38:17-0500

Prof. Dr. Milthon Honorio Muñoz Berrocal
Titular externo
Universidad Nacional Agraria de La Selva
Tingo María, Peru

BIOGRAFIA DO AUTOR

LEONARDO DE OLIVEIRA SENO – Filho de Luzinette Fátima de Oliveira Seno e Antônio Maurício Seno, nasceu em 15 de janeiro de 1977 em Araçatuba, SP. Iniciou o curso de Zootecnia em fevereiro de 1997 na Universidade de Marília (UNIMAR), onde se graduou em dezembro de 2001. Ingressou no curso de mestrado em março de 2003, junto ao programa de pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal (FCAV-UNESP/Jaboticabal), onde foi bolsista do CNPq no período de março de 2003 a fevereiro de 2005. Desenvolveu seu trabalho de mestrado sob orientação do Prof. Dr. Humberto Tonhati e da Dra. Vera Lucia Cardoso e em fevereiro de 2005 obteve o título de Mestre. Naquele mesmo ano, em março, iniciou o curso de doutorado oferecido pelo programa de pós-graduação em Zootecnia da FCAV-UNESP/Jaboticabal, sendo bolsista da FAPESP por trinta e seis meses. Durante o doutorado desenvolveu sua tese sob orientação do Prof. Dr. Humberto Tonhati e Co-orientação do Dr. Jesús Fernández Martín e das Dra(s) Vera Lucia Cardoso e Lúcia Galvão de Albuquerque. De novembro de 2007 a abril de 2008 realizou estágio, sob supervisão do Dr. Jesús Fernández Martín, no *Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)*, Madri – Espanha. Ingressou em 2009 como professor na Universidade Federal da Grande Dourados, assumindo as disciplinas de melhoramento genético animal, experimentação agrícola e biotecnologia aplicada à produção animal. Atualmente, é professor associado e docente permanente do programa de pós-graduação em zootecnia/UFGD. Atua principalmente nos seguintes temas: análise e interpretação de dados aplicados à produção animal, melhoramento genético dos animais domésticos; definição de objetivos de seleção para diferentes sistemas de produção; e avaliação genética incluindo ou não dados genômicos.

Dedico esse trabalho ao meu filho Samuel, que é o bem mais precioso!

Te amo mais do que tudo! Que Deus Pai Todo Poderoso continue a proteger você!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, sou grato a Deus pela vida que me foi concedida.

Minha gratidão se estende aos meus pais, Luzinette e Maurício, aos meus irmãos João e Gabriela, à minha avó Gessy (em memória) e às minhas sobrinhas Julia, Carolina e Sarah.

Agradeço ao meu filho Samuel, que é uma verdadeira inspiração para continuar lutando.

Sou grato a Dona Zélia, com quem formamos uma família em Dourados.

A Maria Fernanda, que é minha companheira, é compreensiva, ativa, verdadeira, amiga e sempre está disposta a me apoiar e me encorajou a enfrentar grandes dificuldades.

Agradeço aos meus professores da UNIMAR: Danísio, Alda, Kátia, Cledson, Paulão, Regina, Marcela e Tânia, por confiarem em minha capacidade e por indicarem que eu possuía um perfil para a academia.

Ao Prof. Tonhati pela orientação ao longa da pós graduação, principalmente por oportunizar uma mudança importante na minha vida.

Agradeço ao Jesús pela possibilidade, motivação e ensinar sobre programação, por se tornar um amigo que, mesmo longe, torce por mim.

Agradeço aos meus amigos André (Catatau), Joca, Raulito, Michel, Jefferson e Jordan por estarem sempre ao meu lado e me oferecerem apoio nos momentos mais difíceis! Vocês são como irmãos que a vida colocou no meu caminho.

A todos os orientados de graduação e pós-graduação que tive a oportunidade de acompanhar ao longo da minha jornada, agradeço por também ter aprendido um pouco com a experiência de cada um de vocês.

A todo o corpo docente da FCA, especialmente aos professores do curso de Zootecnia, que continuemos a fazer o nosso melhor dentro das condições que temos.

Ao Mestre Tadeu Lemos Barros (em memória). Esse trabalho também pertence a você, meu amigo!

Agradeço ao Gabriel Borges pela amizade, confiança e pela realização que tivemos juntos nesta parceria de sucesso!

Uma expressão de gratidão aos colaboradores da Fazenda Neloire Birigui, especialmente ao Senhor João, Senhora Helena, Marcão e Maria Fernanda pela cordialidade e consideração. Vocês têm um significado especial para mim.

Expresso minha gratidão à Fazenda Neloire Birigui, pertencente à família Camargo, à Senhora Raquel, à Senhora Cláudia, ao Marcio (LELE) e, em especial, ao querido amigo que conquistei ao longo destes anos, Jorginho. Agradeço pela chance de acessar as informações para a realização deste e outros trabalhos/projetos que estão em desenvolvimento, troca de experiência e receber suporte em momentos decisivos. Vamos tocar em frente!

Aos integrantes da banca examinadora, ao Professor Dr. Rodrigo, a quem sinto enorme respeito e admiração, ao Professor Tonhati, meu orientador de sempre e amigo, ao Professor José Bento, que me orientou durante o estágio na graduação e com quem desenvolvi uma amizade ao longo dessa trajetória, e ao Professor Milthon Muñoz, que foi um dos meus primeiros colegas de pós-graduação e, nos últimos tempos, nos tornamos mais próximos a ponto de promover um intercâmbio entre nossas instituições.

Estou grato à UFGD pela chance de atuar como professor, o que me permitiu aprimorar minhas competências e foi fundamental para meu desenvolvimento tanto pessoal quanto profissional.

Agradecemos a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa Nº 71/032.828/2022, Edital: Chamada Fundect Nº 31/2021 - Universal 2021 - ODS.

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	ii
Lista de Tabelas.....	iii
Lista de Abreviaturas.....	v
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Capítulo 1 - Considerações iniciais.....	1
1.1 – Introdução.....	1
1.2 – Revisão de literatura.....	2
1.3 – Objetivos do estudo.....	9
1.4 – Referências Bibliográficas.....	10
Capítulo 2 - Estimativas de componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para medidas ultrassonográficas de bezerros da raça Nelore.....	14
Resumo.....	14
2.1 – Introdução.....	15
2.2 – Material e Métodos.....	17
2.3 – Resultados e Discussão.....	21
2.4 – Conclusão.....	32
2.5 – Referências Bibliográficas.....	33
Capítulo 3 - Considerações finais.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama descrevendo um fenótipo influenciado por efeitos maternos (adaptado de Willham, 1963).

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de observações (N°), número de touros (Touros), número de vacas (Vacas), número de grupo de contemporâneos, considerando mês e ano de nascimento (N° GC AM), número de grupo de contemporâneos, considerando o sexo do bezerro e a raça da receptora (N° GC SR), média de animais por grupo de contemporâneos, considerando mês e ano de nascimento (Média do n° obs. GC AM) e a média de animais por grupo de contemporâneos, considerando o sexo do bezerro e a raça da receptora (Média do n° obs. GC SR), na fazenda Nelore Birigui, Bela Vista (MS).

Tabela 2. Estatística descritiva e análise de variância (ANOVA) em relação aos seus efeitos fixos e as covariáveis para as características de peso e medidas ultrassom, em um rebanho de animais da raça Nelore.

Tabela 3. Valores estimados para os componentes de variância e covariâncias, obtidos por análises uni e multi-característica, considerando modelos com os efeitos aditivos diretos (M1), aditivo direto e aditivo materno (M2), e aditivo direto e aditivo materno e de ambiente permanente materno (M3), em um rebanho de animais da raça Nelore à desmama.

Tabela 4. Coeficientes de herdabilidade direta, materna e total, correlações genéticas entre os efeitos aditivos direto e materno, fração da variância devido ao ambiente permanente e fração da variância fenotípica devido ao ambiente temporário, obtidos por análise uni e multi-característica, considerando modelos com os efeitos aditivos diretos (M1), aditivo direto e aditivo materno (M2), e aditivo direto e aditivo materno e de ambiente permanente materno (M3), e teste de razão de verossimilhança (LRT), em um rebanho de animais da raça Nelore à desmama.

Tabela 5. Correlações entre os efeitos aditivos diretos (acima da diagonal) e entre os efeitos aditivos maternos (abaixo da diagonal), para as características peso ajustado aos 210 (P210), área de olho-de-lombo (AOL), escore numérico de marmoreio (MARM) e espessura de gordura subcutânea (EGS), obtidos por análise multi-característica.

Tabela 6. Correlações simples entre valores genéticos (Pearson¹) e de ordem entre as classificações dos touros pelos valores genéticos (Spearman²), para as características peso ajustado aos 210 (P210), área de olho-de-lombo (AOL), escore numérico de

marmoreio (MARM) e espessura de gordura subcutânea (EGS), obtidos por análise multivariada.

LISTA DE ABREVIATURAS

AN – Ano de nascimento

AOL – Área de Olho de Lombo

EGS – Espessura de Gordura Subcutânea

IDA – Idade do animal

MARM – Marmoreio

MN – Mês de nascimento

OVP – Ordem da vaca ao parto

P210 – Peso ajustado aos 210 dias

RP – Raça da Receptora

SX – Sexo

Uni – Uni-característica

Multi – Multi-característica

M1 – modelo animal clássico, que leva em conta somente o efeito aditivo direto

M2 – modelo clássico, incluindo o efeito genético materno

M3 – modelo clássico, que também engloba tanto o efeito genético materno quanto o impacto do ambiente permanente da vaca

LRT – teste de razão de verossimilhança ("likelihood ratio test")

ESTIMATIVAS DE COMPONENTES DE (CO)VARIÂNCIA E PARÂMETROS GENÉTICOS PARA MEDIDAS ULTRASSONOGRÁFICAS DE BEZERROS DA RAÇA NELORE

RESUMO - A utilização da ultrassonografia de carcaça e avaliação simultânea dos efeitos genéticos, maternos e ambientais são essenciais para aprimorar a seleção e aumentar a eficiência produtiva dos rebanhos na raça Nelore. O objetivo deste estudo foi desenvolver o modelo estatístico mais adequado e estimar os parâmetros genéticos para peso e características carcaça avaliadas por ultrassonografia em tempo real, mensuradas ao desmame de bovinos de corte da raça Nelore. O estudo foi conduzido com 2.001 bezerros da raça Nelore, nascidos entre 2015 e 2025 na Fazenda Nelore Birigui, localizada em Bela Vista (MS). As características analisadas foram peso ajustado aos 210 dias (P210), área de olho do lombo (AOL), escore numérico de marmoreio (MARM) e espessura de gordura subcutânea (EGS), obtidas por ultrassonografia em animais com 7 a 8 meses de idade. Para identificar os fatores não genéticos que influenciaram as características estudadas, foram realizadas análises de variância pelo procedimento GLM, considerando os efeitos fixos de sexo, raça da receptora, mês e ano de nascimento, além das covariáveis linear e quadrática de idade do bezerro e ordem de parto da vaca. Foram definidos os grupos de contemporâneos e as covariáveis a serem incluídas nos modelos genéticos. Para as análises genéticas uni e multi-características utilizou-se três modelos: (1) incluindo apenas o efeito genético aditivo direto; (2) adicionando o efeito genético aditivo materno; e (3) incorporando, além dos anteriores, o efeito de ambiente permanente materno. Os componentes de variância e covariância, bem como os parâmetros genéticos e correlações (genéticas e fenotípicas), foram estimados via máxima verossimilhança restrita livre de derivadas. Todas as características P210, AOL, MARM) e EGS foram influenciadas pelos efeitos genéticos diretos, maternos e ambientais. As análises uni e multi-característica indicaram coeficientes de herdabilidade diretas moderados para AOL (0,31–0,34), MARM (0,24–0,25) e P210 (0,17–0,22), e baixa para EGS (0,08–0,11). Os coeficientes de herdabilidade maternos variaram de 0,08 a 0,25, representando até 95% dos coeficientes de herdabilidade diretos. As correlações genéticas aditivas diretas entre as características avaliadas foram positivas e de baixas a moderadas magnitudes (0,22 a 0,70), sugerindo associação favorável entre elas. A inclusão dos efeitos genético materno e de ambiente permanente da vaca incrementou o ajuste dos modelos, diminuindo a variância residual. A análise multi-característica elevou a precisão das estimativas e demonstrou que a seleção para AOL e EGS pode promover ganhos em MARM e P210. Os efeitos genético materno e de ambiente permanente devem ser incluídos na avaliação genética de bovinos da raça Nelore para peso e características de carcaça ao desmame. As análises multi-característica mostraram-se adequadas e as correlações genéticas moderadas indicam potencial da ultrassonografia de carcaças como possível critério de seleção ao desmame de bovinos da raça Nelore.

Palavras-chave: avaliação genética, correlações genéticas, efeitos genéticos direto e materno, gado de corte, herdabilidade, sistema de produção

ESTIMATES OF (CO)VARIANCE COMPONENTS AND GENETIC PARAMETERS FOR ULTRASOUND MEASURES IN NELORE CALVES

ABSTRACT – The use of carcass ultrasound measures and the simultaneous evaluation of genetic, maternal, and environmental effects are essential to improve selection accuracy and increase the productive efficiency of *Nelore* herds. The objective of this study was to develop the most appropriate statistical model and to estimate genetic parameters for body weight and carcass traits assessed by real-time ultrasound at weaning in *Nelore* beef cattle. The study was conducted with 2,001 *Nelore* calves born between 2015 and 2025 at Nelore Birigui Farm, Bela Vista, Mato Grosso do Sul, Brazil. The traits analyzed included weaning weight adjusted to 210 days (W210), ribeye area (REA), marbling score (MARB), and back fat thickness (BF), measured by ultrasonography in animals aged 7 to 8 months. To identify non-genetic factors influencing the studied traits, analysis of variance was performed using the GLM procedure, considering as fixed effects of sex, recipient breed, month and year of birth, and calf age and dam parity order as linear and quadratic covariates. As contemporary groups and covariates were defined, three models were used for univariate and multivariate genetic analyses: (1) including only the direct additive genetic effect; (2) adding the maternal additive genetic effect; and (3) incorporating, in addition to the previous effects, the maternal permanent environmental effect. Variance and covariance components, as well as genetic parameters and genetic and phenotypic correlations, were estimated using Restricted Maximum Likelihood Estimation. All traits (W210, REA, MARB, and BF) were influenced by direct, maternal, and environmental genetic effects. The univariate and multivariate analyses indicated moderate direct heritabilities for REA (0.31–0.34), MARB (0.24–0.25), and W210 (0.17–0.22), and low heritability for BF (0.08–0.11). Maternal heritabilities ranged from 0.08 to 0.25, representing up to 95% of the corresponding direct heritabilities. Direct additive genetic correlations among traits were positive and of low to moderate magnitude (0.22 to 0.70), suggesting favorable associations. The inclusion of maternal genetic and permanent environmental effects improved model fit and reduced residual variance. The multivariate analysis increased the precision of estimates and demonstrated that selection for REA and BF may result in correlated genetic gains in MARB and W210. Maternal genetic and permanent environmental effects should be included in genetic evaluations of *Nelore* cattle for weaning weight and carcass traits. The multivariate analyses proved to be appropriate, and the moderate genetic correlations indicate that carcass ultrasonography has potential as a selection criterion at weaning in *Nelore* cattle.

Keywords: beef cattle, direct and maternal genetic effects, genetic correlation, genetic evaluation, heritability, production system

CAPÍTULO 1. – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1. – Introdução

O Brasil é um dos líderes mundiais na produção e exportação de carne bovina e a oferece em grande quantidade, no entanto, observa-se crescente demanda por produtos de melhor qualidade. O setor tem dificuldades em atender tal mercado, já que a base da pecuária de corte é suportada pela raça Nelore, selecionada para conformação e peso. Recentemente, alguns pecuaristas tem dado ênfase para seleção e reprodução de animais capazes de produzir carne de qualidade.

Por outro lado, nós presenciamos nas últimas décadas a expansão das fronteiras agrícolas sobre as áreas, tradicionalmente, de produção pecuária, sobretudo, no Brasil central. Para acompanhar essa expansão, os pecuaristas investiram em tecnologia, genética, manejo nutricional intensivo e sanitário. A necessidade se resume a um sistema produtivo mais eficiente, de ciclo curto, que melhora o capital de giro e libera área, ao mesmo tempo em que entrega carne de qualidade ao mercado e otimiza o uso de recursos.

Dentre as ferramentas existentes para acelerar o processo de seleção, podemos contar com a avaliação ultrassonográfica de carcaça, uma técnica que permite conhecer o potencial dos indivíduos para as características de área do olho do lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e escore de marmoreio (MARM). A técnica se destaca por possibilitar o exame *in vivo*, preciso, de custo baixo e em tempo curto para avaliação de características associadas a carcaça e qualidade da carne.

As medidas de carcaça são tomadas, tradicionalmente, no sobreano, de acordo as recomendações das associações de criadores. De maneira inédita e inovadora, uma fazenda comercial de bovinos da raça Nelore no interior do Mato Grosso do Sul adotou como critério de seleção as medidas ultrassonográficas na ocasião do desmame. A estratégia que visa identificar animais superiores, descartar os animais que apresentarem índices inferiores para essas características e assim, impulsionar melhores resultados econômicos, aumentando a eficiência e, principalmente, o rendimento de carcaça.

Em se tratando de medidas tomadas ao desmame, sabemos da existência de diversos efeitos que descrevem variação em torno da média sobre as características que são tomadas neste momento, por exemplo, peso ao desmame. A literatura é vasta

quando se trata da descrição desses efeitos sobre as características no desmame em bovinos de diferentes raças, regiões e sistemas de produção. Contudo, não há relatos sobre a avaliação de quais são as principais fontes de variação sobre as medidas de ultrassom (AOL, MARM e EGS), bem como, qual o impacto da inclusão do ambiente permanente materno nos modelos uni e multi-característica na avaliação genéticas.

Assim, a hipótese desse estudo foi verificar se as características de ultrassom possuem variação genética aditiva suficiente para suportar a seleção em larga escala e, se isso for confirmado, descrever o modelo estatístico apropriado para a execução de avaliação genética para essas características. Os resultados do presente estudo elucidarão sobre a variação genética existente entre matrizes, além de possibilitar/sugerir a inclusão das características de ultrassom em programas de seleção de animais superiores para as características de carcaça e da carne, contribuindo para um maior retorno econômico para o setor em especial para a raça Nelore. Estes resultados podem ser rapidamente disseminados nos rebanhos comerciais atendendo demandas com maior valor agregado ao produtor.

1.2. – Revisão de literatura

1.2.1. – Diferenciação de mercado e melhoramento genético com o uso da ultrassonografia na cadeia produtiva de carne bovina

De acordo com os dados compilados pela Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC, 2025), segundo os dados disponibilizados pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), o Brasil bate recordes sucessivos mês a mês, e o ano de 2024 entra para a história como o maior em exportações de carne bovina. Foram ao todo 2,89 milhões de toneladas, em um incremento de mais de 26% ante o ano 2023, e o volume exportado movimentou US\$ 12,8 bilhões, cerca de 22% a mais do que o faturado no período anterior. Estes resultados reforçam que o Brasil se consolidou como um dos líderes mundiais na produção de proteína animal, sendo um dos grandes produtores de carne bovina “commodity”.

A cadeia produtiva da carne bovina une diversos sistemas de produção, provedores de serviços e insumos, indústrias responsáveis pelo processamento e transformação, além de redes de distribuição e venda de produtos e subprodutos,

culminando nos consumidores finais. Os participantes dessa cadeia diferem muito entre si, desde pecuaristas com elevada capacidade financeira até pequenos produtores em condições precárias; de frigoríficos com tecnologia de ponta, aptos a atender demandas rigorosas, a abatedouros que não aderem às normas sanitárias mínimas. A falta de integração na cadeia produtiva da carne bovina resulta na inviabilidade de um aprimoramento sistêmico da competitividade do setor. Portanto, é essencial promover e fortalecer o diálogo entre os diversos agentes que atuam nessa cadeia. A coordenação e a integração do setor são cruciais e estratégicas para abordar os problemas interligados que afetam toda a cadeia de valor. É necessário superar a cultura caracterizada pela ausência de relacionamentos sistêmicos e evoluir para modelos colaborativos em rede (MALAFAIA et al. 2021).

Por outro lado, Howlett (2008) previu que ocorreriam mudanças nos hábitos alimentares da população mundial no sentido da ‘vida moderna’, uma vida urbana e baseada na praticidade, conforto, comodidade e saúde. Como resultado da ‘vida moderna’ e do crescimento da renda, a ‘emoção da alimentação’ tende a crescer, elevando a demanda por alimentos de maior valor agregado, o que inclui a busca de maior valor sensorial/emocional percebido pelo sabor, textura, aroma, aparência e experiência. Dentro deste contexto, observa-se um movimento de segmentação de mercado em curso, com destaque para o surgimento de nichos de consumo orientados para atributos de qualidade diferenciados. Programas como Carne Angus Certificada, Nelore Natural, Carne Certificada Hereford, Bonsmara Beef e muitas outras marcas têm o objetivo de vender cortes selecionados, conferindo um valor adicional aos produtos. Esses cortes podem ser encontrados tanto em supermercados quanto, de maneira predominante, em churrascarias que se especializam no tradicional rodízio brasileiro ou em carnes grelhadas (FERRAZ e FELÍCIO, 2010). Esse procedimento baseia-se na concepção de transformar um elemento em um recurso que possua características e uma identidade distinta (por exemplo, um corte especial de carne maturada, embalado a vácuo, com marca própria), capaz de quebrar essa natureza de “commodity”, agregando valor e permitindo que o produtor passe a administrar o preço de venda.

As características de carcaça, como rendimento de carcaça e espessura de gordura subcutânea são características relevantes, pois são utilizadas para quantificar o valor econômico de um animal para a indústria e, posteriormente, para os consumidores

(GOLDEN et al, 2000). Infelizmente, a análise da qualidade da carcaça e da carne, assim como a maioria das características de interesse zootécnico apresentam caráter complexo. A avaliação dessas ocorre em uma fase avançada da vida dos animais, exigindo investimento significativo, uma vez que requer a certificação por profissionais qualificados.

Nos Estados Unidos da América, até a metade dos anos 90, a avaliação dos animais para seleção, no que diz respeito às características de carcaça, era fundamentada em um modelo touro, sem levar em conta os dados das mães, utilizando informações extraídas de novilhos abatidos. Isso não só aumenta o custo quanto o tempo (MacNEIL et al., 2008). Muitas vezes, os touros de teste já tinham mais de cinco anos quando essas avaliações ofereciam dados precisos sobre as DEPs de carcaça de um reprodutor. Com a introdução de medições por ultrassom para apoiar a avaliação e seleção, passou-se a considerar a análise de todos os indivíduos (novilhas e novilhos), adotando um modelo animal que incorpora relações genéticas completas e animais que são manejados em grupos contemporâneos. Isso possibilitou a redução da idade para a estimativa de DEP para 10 a 15 meses. O conjunto de dados de avaliações de carcaça feitos após o abate, entre 1970 e 2000 (25 anos), compreendeu 60.000 registros, enquanto as avaliações por ultrassom entre 1998 e 2000 (3 anos) totalizaram 86.000 registros, resultando em arquivo atual de mais de 1,5 milhão de registros (TAIT Jr, 2016). As medidas de ultrassom empregadas como indicadores indiretos refletem, em certa medida, as medidas diretas analisadas na carcaça, considerando que as estimativas de correlações genéticas entre as características obtidas por ultrassom e os respectivos dados da carcaça variam de moderadas a altas (MacNEIL et al., 2008).

Assim, a utilização da avaliação por ultrassom é vista como uma opção econômica, de fácil implementação e que pode ser aplicada a todos os animais. Isso contrasta com a avaliação da carcaça após o abate, que é um processo demorado e que não é aplicável a todos os indivíduos. Essas características fazem com que a técnica de ultrassom tenha um papel fundamental na seleção de animais superiores (FISHER, 1997; SUGISAWA et al., 2013). O objetivo da técnica é conhecer o potencial dos indivíduos e do rebanho como um todo, para musculosidade, precocidade de acabamento e qualidade da carne, por meio da expressão das características: área de olho-de-lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e o grau de marmoreio (MARM). O equipamento emite ondas

sonoras de alta frequência, geralmente acima de 20.000 hertz, não são audíveis pelo ouvido humano, 20 e 20.000 hertz, que são emitidas por um transdutor acústico, que distinguem entre diferentes tecidos biológicos (gordura, músculo, osso) com base em suas propriedades distintas. Para avaliações de carcaças bovinas, requerer transdutor linear de 17-18 cm e comumente são utilizadas frequência de 3,5 MHz (TAIT Jr, 2016).

Para as características de carcaça avaliadas com o auxílio da técnica de ultrassonografia, pesquisas têm mostrado que estas apresentam coeficientes de herdabilidade de moderados a elevados (MOSER et al., 1998; YOKOO et al., 2008; ZUIN et al., 2012; HWANG et al., 2014), indicando que podem ser incorporadas como critério de seleção nos rebanhos para melhorar geneticamente a qualidade da carne dos animais.

Atualmente, em áreas tropicais, as características obtidas com o auxílio de ultrassom são coletadas ao sobreano. Após essa idade, é menor o número de animais no rebanho, pois tanto ao desmame, como ao sobreano, os criadores no Brasil geralmente fazem descarte dos piores animais do plantel. Com o avanço da idade, a mensuração das características de carcaça obtidas por ultrassom fica prejudicada, pois o arqueamento das costelas do animal muda e a apófise transversa cresce, impedindo um primoroso acoplamento da sonda, dificultando a coleta das imagens (YOKOO et al., 2011).

1.2.2. – Fatores ambientais que afetam as mensurações ao desmame

Ao longo da fase pré-desmame, o crescimento dos bezerros pode ser influenciado por uma combinação de fatores individuais e ambientais. Os fatores individuais incluem efeitos inerentes ao bezerro, como a raça e o sexo, os quais podem influenciar diferenças na taxa de crescimento e no desenvolvimento. De acordo com Cardoso et al. (2001), os bezerros machos inteiros (não castrados) têm pesos superiores aos machos castrados e às fêmeas porque possuem um maior ímpeto de crescimento, mas este potencial é mais sensível a variações na produção de leite da vaca.

Por outro lado, fatores ambientais também desempenham papel crucial no crescimento dos bezerros. Estes efeitos se dividem em efeitos conhecidos, podendo ou não serem registrados/controlados, e aqueles que são desconhecidos e/ou são difíceis de serem controlados. Dentre os fatores que podemos/devemos controlar, se destacam

a idade do bezerro, mês, estação, ano de nascimento, idade da vaca ao parto e o regime alimentar. Em programas de melhoramento genético, que visam a estimação do valor genético a partir do desempenho do animal, recomenda-se o planejamento de uma estação de monta curta, com o intuito minimizar/padronizar o impacto dos efeitos ambientais não controlados (efeitos desconhecidos e/ou aqueles que são difíceis de serem controlados) sobre as características de interesse.

Em bovinos de corte, para animais que compartilham das mesmas condições ambientais e de manejo, recomenda-se a formação de grupos de contemporâneos. Por definição, grupo contemporâneo, é a unidade básica de comparação de desempenho, dentro do qual é considerado que todos os animais tiveram as mesmas condições ambientais para produzir. São considerados em um mesmo grupo contemporâneo, animais de mesma raça, rebanho, ano e estação de nascimento, sexo e que tenham sido criados em um mesmo regime alimentar e grupo de manejo, com diferença de idade no grupo inferior a 90 dias (CARDOSO, 2009).

A idade do bezerro é uma fonte de variação sobre as características avaliadas ao desmame. Desta forma, é de suma importância a correção para a idade padrão. Esta prática, refere-se à normalização dos dados para uma idade-padrão. Geralmente, em programas de melhoramento genético, essa padronização permite comparações do desempenho entre animais que foram desmamados em diferentes idades ou em diferentes períodos do ano, facilitando a seleção não só no rebanho, mas, também, para com outros rebanhos e outras regiões ou Estados.

Dentre os fatores, também temos a idade da vaca ao parto, que tem revelado influência significativa sobre a característica estudada, representando efeito ambiental importante sobre o desempenho de suas progênies, pois vacas mais jovens ou mais velhas podem ter diferenças na produção de leite e o comportamento maternal filial (SILVA et al., 2015). Fêmeas com idade inferior a 36 meses, ainda em estágio de crescimento, ou com idade superior a 174 meses, ao final de sua vida produtiva, tendem a produzir bezerros mais leves (SOUZA et al, 2000).

Conforme destacado por Silva et al. (2015), para alcançar uma precisão maior na escolha de animais com genética superior, é fundamental identificar os fatores ambientais que influenciam as características. Estes devem ser levados em conta e seus efeitos

devem ser neutralizados, por meio de ajustes e/ou incluídos nos modelos de avaliação genética.

As características mensuradas ao desmame, sobretudo, o peso do bezerro, além dos efeitos diretos, também podem ser influenciadas por efeitos maternos (FALCONER E MACKAY, 1996). Dickerson (1947) e Willham (1963) propuseram um modelo genético quantitativo abrangente que incorpora efeitos diretos e maternos sobre uma característica (SPEIDEL et al., 2010). O efeito direto diz respeito aos genes do próprio bezerro, ou seja, sua própria habilidade de ganhar. A habilidade materna, corresponde a todos os aspectos da relação mãe-cria, englobando desde a facilidade ao parto, produção de leite e amamentação, até comportamentos como acolhida e proteção da cria, ou seja, é a capacidade diferenciada de uma vaca fornecer o ambiente para a sobrevivência, bem como a nutrição da prole, desde o desenvolvimento uterino e continuando após o nascimento até o desmame (MEYER, 2001; EAGLEN E BIJMA, 2009).

Por outro lado, o impacto do ambiente permanente materno está vinculado ao contexto em que a mãe foi criada, incluindo fatores como sua alimentação e práticas de manejo (SANTOS et al., 2022). Esses elementos não genéticos podem englobar cuidados maternos, a qualidade do leite que a mãe fornece, além de outras circunstâncias ambientais que influenciam de forma duradoura o fenótipo dos descendentes (GONZÁLEZ-RECIO et al., 2012).

Segundo o modelo fenotípico proposto por Willham em 1963, o fenótipo da progênie (P_i) é afetado pelo efeito genético aditivo direto (a_i) e efeito ambiental direto (e_i), respectivamente, do indivíduo i e os efeitos genético aditivo (m_j) e de ambiental permanente (PE_j) maternos da vaca j expresso no fenótipo do indivíduo i , descrito na Figura 1, conforme a seguinte equação: $P_i = a_i + e_i + m_j + pe_j$. Esse modelo, conhecido como modelo animal materno, divide a variância total em componentes maternos e diretos, permitindo, assim, estimar a covariância entre os efeitos genéticos diretos e maternos ($Cor(a, m)$). Da mesma forma, com o efeito materno direto ambiental, a covariância entre o efeito residual (ambiental) na mãe quando ela se desenvolveu (referido na Figura 1 como e_j) e os efeitos ambientais permanentes da mãe sobre a progênie (referido na Figura 1 como pe_j) devem ser considerados na avaliação genética, permitindo, assim, estimar a covariância ambiental materno direta ($Cor(e, pe)$) (ROMÉ et al., 2023; JAVIER et al. 2024).

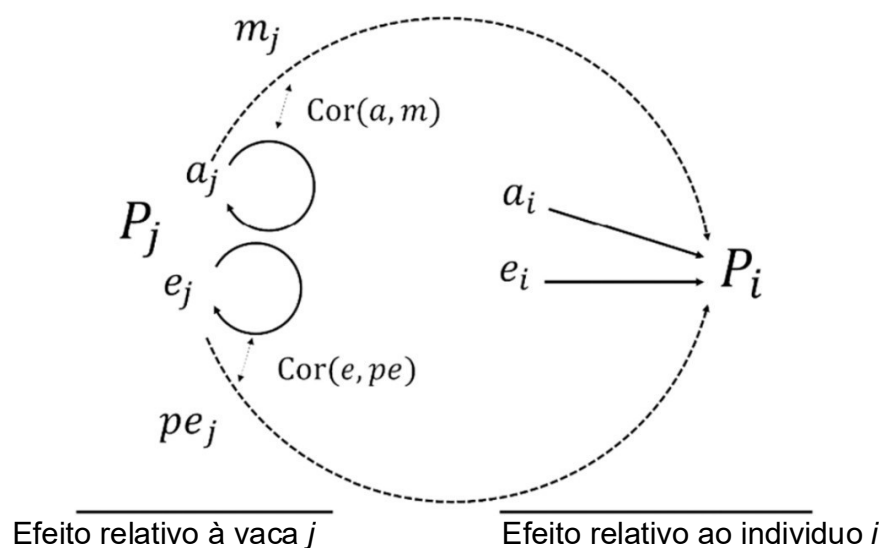


Figura 1. Diagrama descrevendo um fenótipo influenciado por efeitos maternos (adaptado de Willham, 1963).

Nas avaliações genéticas de características que são influenciadas pela mãe, os fenótipos observados frequentemente são desmembrados em efeito genético direto, efeito genético materno e efeito do ambiente permanente proporcionado pela vaca (BIJMA, 2006; MRODE, 2014; SCHAEFFER, 2019).

1.3. – Objetivos

1.3.1. – Objetivo Geral

O objetivo deste estudo foi estimar as (co)variâncias genéticas diretas maternas, ambientais permanentes maternas, fenotípicas e residuais. Além disso, buscou-se estimar os parâmetros genéticos das características vinculadas ao peso e à carcaça, empregando ultrassonografia em tempo real durante o desmame de bovinos de corte da raça Nelore.

1.3.2. – Objetivos Específicos

1. Investigar como os fatores ambientais afetam o peso e as medições ultrassonográficas durante o desmame em bovinos da raça Nelore.
2. Realizar uma comparação entre os seguintes modelos estatísticos: 1) o modelo animal clássico, que leva em conta somente o efeito aditivo direto; 2) o mesmo modelo clássico, incluindo o efeito genético materno; e 3) o modelo clássico, que também engloba tanto o efeito genético materno quanto o impacto do ambiente permanente da vaca, para as variáveis de peso e medições ultrassonográficas em bovinos da raça Nelore durante o desmame.
3. Avaliar as estimativas dos coeficientes de herdabilidade direta, materna e total, bem como estimar as correlações genéticas entre os efeitos aditivos direto e materno, a proporção de variância atribuída ao ambiente permanente e a proporção de variância fenotípica resultante do ambiente temporário;
4. Fornecer estimativas de correlações para as características analisadas, obtidas por meio de uma análise de múltiplas características de acordo com o modelo mais abrangente.

1.4. – Referências Bibliográficas

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Brasil bate recorde nas exportações de carne bovina em 2024. Disponível em: <<https://www.abiec.com.br/brasil-bate-recorde-nas-exportacoes-de-carne-bovina-em-2024>>.

BIJMA, P. Estimating maternal genetic effects in livestock. *Journal of Animal Science*, 84:800–806, 2006. doi: 10.2527/2006.844800x.

CARDOSO, F. F.; CARDELLINO, R. A; CAMPOS, L. T. Fatores ambientais que afetam o desempenho do nascimento à desmama de bezerros Angus criados no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(2):326-335, 2001.

CARDOSO, F. F.; Ferramentas e estratégias para o melhoramento genético de bovinos de corte. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, p. 27-28, 2009.

DICKERSON, G. E. Composition of hog carcasses as influenced by heritable differences in rate and economy of gain. *Research Bulletin: Agricultural Experiment Station, Iowa State College of Agriculture and Mechanic Arts*. 354:489-524, 1947.

EAGLEN, S. A., BIJMA P. Genetic parameters of direct and maternal effects for calving ease in Dutch Holstein-Friesian cattle. *Journal of Dairy Science*, 92:2229–2237, 2009. doi: 10.3168/jds.2008-1654.

FALCONER, D. S., AND MACKAY T. F. C. *Introduction to Quantitative Genetics*. 4th ed., 1996. Pearson Education Limited. [\[Google Scholar\]](#)

FERRAZ J. B. S., FELÍCIO P. E. Production systems – An example from Brazil. *Meat Science*, 84 238–243, 2010.

FISHER, A. Uma revisão da técnica de estimativa da composição da pecuária usando a velocidade do ultrassom. *Computadores e Eletrônica na Agricultura*, v. 17, p. 217-231, 1997.

GOLDEN B. L., GARRICK D. J., NEWMAN S., ENNS R. M. A framework for the next generation of EPDs. In: *Proceedings Beef Improvement Federation 32nd Annual Research Symposium and Annual Meeting*. Wichita (KS), July 12–15, 2000. p. 2–13.

GONZÁLEZ-RECIO, O., UGARTE, E., & BACH, A. Trans-Generational Effect of Maternal Lactation during Pregnancy: A Holstein Cow Model. *PLOS ONE*, 7(12), e51816, 2012. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051816>

HOWLETT J. *Functional Foods: From Science to Health and Claims*. ILSI Europe Concise Monograph Series, Bélgica, 2008, 36 p.

HWANG J. M., CHEONG J. K., KIM S. S., JUNG B. H., KOH M. J., KIM H. C., CHOY Y. H. Genetic analysis of ultrasound and carcass measurement traits in a regional Hanwoo steer population. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 27, n. 4, p.457-463, 2014.

JAVIER E. L. R., GABRIEL, M. M. J., CANDELARIO S. C. J., MANUEL P. B. G. Maternal effects and its importance in the genetic evaluations of preweaning live weight traits of beef cattle. A review. *Tropical Animal Health and Production*, 56, 260, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11250-024-04142-4>

MacNEIL M. D., NORTH CUTT S. L. National cattle evaluation system for combined analysis of carcass characteristics and indicator traits recorded by using ultrasound in Angus cattle. *Journal of Animal Science*, 86:2518-2524, 2008.

MALAFAIA, G. C.; CONTINI, E.; DIAS, F.R. T.; GOMES, R. C. MORAES, A, E. L. Cadeia produtiva da carne bovina: contexto e desafios futuros. – Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2021. PDF (45 p.): il. Color. – (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1983-974X; 291).

MEYER, K. Estimates of direct and maternal covariance functions for growth of Australian beef calves from birth to weaning. *Genetics Selection Evolution*, 33:487–514. doi: 10.1186/1297-9686-33-5-487, 2001.

MOSER D. W., BERTRAND J. K., MISZTAL I., KRIESE L. A., BENYSHEK L. L. Genetic parameter estimates for carcass and yearling ultrasound measurements in Brangus cattle. *Journal of Animal Science*, v.76, n.10, p.2542-2548, 1998.

MRODE, R. A. Linear models for the prediction of animal breeding values. Maternal trait models: Animal and reduced animal models. 3rd ed. Oxfordshire (UK): CABI. p. 109–120, 2014.

ROMÉ H., CHU T. T., MAROIS D., HUANG C. H., MADSEN P. JENSEN J. Estimation and consequences of direct-maternal genetic and environmental covariances in models for genetic evaluation in broilers. *Genetics Selection Evolution*, 55, 58, 2023. <https://doi.org/10.1186/s12711-023-00829-8>

SANTOS, M. M.; COSTA, T. C.; RAMÍREZ-ZAMUDIO, G. D.; NASCIMENTO, K. B.; GIONBELLI, M. P. AND DUARTE, M. S. Prenatal origins of productivity and quality of beef. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 51:e20220061, 2022. <https://doi.org/10.37496/rbz5120220061>

SCHAEFFER, L. R. Animal Models. Maternal Traits. In: *Volumes Direct*. p. 127–143, 2019.

SILVA, J. A. I. de V.; RIBEIRO, C. B.; MAIORANO, A. M.; HADLICH, J. C.; CURI, R. A.; OLIVEIRA, H. N.; LAMARE, M.; MEIRELLES, P. R. de L. Influência de fatores ambientais sobre os pesos pré-desmama de bovinos cruzados Aberdeen Angus x Nelore. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 16, n. 2, p. 278-289, 2015.

SOUZA, J. C.; RAMOS, A. A; SILVA, L. O. S.; EUCLIDES FILHO, K.; ALENCAR, M. M. WECHSLER, F. S.; FERRAZ FILHO, P. B. Fatores do ambiente sobre o peso ao desmame de bezerros da raça nelore em regiões tropicais brasileiras. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.30, n.5, p. 881-885, 2000.

SPEIDEL, S., ENNS, R., & CREWS JR, D. Genetic analysis of longitudinal data in beef cattle: a review. In *Genetics and Molecular Research* (Vol. 9, Issue 1), 2010.

SUGUISAWA, L; MATOS, B. C.; SUGUISAWA, J. M. Uso da ultrassonografia na avaliação de características de carcaça e de qualidade da carne. In: ROSA, A. do N., Martins EN, Menezes GR de O, SILVA LOC da (Ed.). *Melhoramento genético aplicado em gado de corte: Programa Geneplus-Embrapa*. Brasília, DF: Embrapa, Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2013. Capítulo 9, p. 97-107.

TAIT R. G Jr. Ultrasound Use for Body Composition and Carcass Quality Assessment in Cattle and Lambs. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 32(1):207-18, 2016. doi: 10.1016/j.cvfa.2015.09.007. PMID: 26922120.

WILLHAM, R. L. The covariance between relatives for characters composed of components contributed by related individuals. *Biometrics*, 19, 18, 1963.

YOKOO M. J., ALBUQUERQUE L. G., BEZERRA L. A. F., LÔBO R. B., ARAUJO F. R. C., SILVA J. A. V, SAINZ R. D. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and back fat thickness in Nellore cattle. *Livestock Science*, v.117, n.2-3, p.147-154, 2008.

YOKOO M. J., et al. Avaliação genética de características de carcaça utilizando a técnica do ultrassom em bovinos de corte [recurso eletrônico]. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2011. Documentos / Embrapa Pecuária Sul, ISSN 1982-5390; 115.

ZUIN R. G., BUZANSKAS M. E., CAETANO S. L., VENTURINI G. C., GUIDOLIN D. G. F., GROSSI D. A., CHUD T. C. S., PAZ C. C. P., LÔBO R. B., MUNARI D. P. Genetic analysis on growth and carcass traits in Nellore cattle. Meat Science, v.91, n.3, p.352-357, 2012.

CAPÍTULO 2. – ESTIMATIVAS DE COMPONENTES DE (CO)VARIÂNCIA E PARÂMETROS GENÉTICOS PARA MEDIDAS ULTRASSONOGRÁFICAS DE BEZERROS DA RAÇA NELORE

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi estabelecer o modelo estatístico mais adequado para avaliação genética de bovinos Nelore e estimar parâmetros genéticos para as características peso ajustado aos 210 dias (P210), área de olho do lombo (AOL), escore numérico de marmoreio (MARM) e espessura de gordura subcutânea (EGS), obtidas por ultrassonografia em animais com 7 a 8 meses de idade. Foram utilizados dados de 2.001 bezerros, nascidos entre 2015 e 2025 da Fazenda Nelore Birigui, localizada em Bela Vista (MS). Para identificar os fatores não genéticos que influenciaram as características estudadas, foram realizadas análises de variância pelo procedimento GLM, considerando os efeitos fixos de sexo, raça da receptora, mês e ano de nascimento, além das covariáveis linear e quadrática de idade do bezerro e ordem de parto da vaca. Para as análises genéticas uni e multi-características utilizou-se três modelos: (1) incluindo apenas o efeito genético aditivo direto; (2) adicionando o efeito genético aditivo materno; e (3) incorporando, além dos anteriores, o efeito de ambiente permanente materno. Os componentes de variância e covariância, bem como os parâmetros genéticos e correlações (genéticas e fenotípicas), foram estimados via máxima verossimilhança restrita livre de derivadas. Todas as características P210, AOL, MARM) e EGS foram influenciadas pelos efeitos genéticos diretos, maternos e ambientais. As análises uni e multi-característica indicaram coeficientes de herdabilidade diretas moderadas para AOL (0,31–0,34), MARM (0,24–0,25) e P210 (0,17–0,22), e baixa para EGS (0,08–0,11). Os coeficientes de herdabilidade maternos variaram de 0,08 a 0,25, representando até 95% dos coeficientes de herdabilidade diretos. As correlações genéticas aditivas diretas entre as características avaliadas foram positivas e de baixas a moderadas magnitudes (0,22 a 0,70), sugerindo associação favorável entre elas. A inclusão dos efeitos genético materno e de ambiente permanente da vaca incrementou o ajuste dos modelos, diminuindo a variância residual. A análise multi-característica elevou a precisão das estimativas e demonstrou que a seleção para AOL e EGS pode promover ganhos em MARM e P210. Os efeitos genético materno e de ambiente permanente devem ser incluídos na avaliação genética de bovinos da raça Nelore para peso e características de carcaça ao desmame. As análises multi-característica mostraram-se adequadas e as correlações genéticas moderadas indicam potencial da ultrassonografia de carcaças como possível critério de seleção ao desmame de bovinos da raça Nelore.

Palavras-chave: avaliação genética, correlações genéticas, efeitos genéticos direto e materno, gado de corte, herdabilidade, sistema de produção

2.1. – Introdução

A pecuária de corte no Brasil desempenha um papel essencial na economia do país, impulsionando o agronegócio tanto no mercado interno quanto no externo, dada a posição do Brasil como o principal exportador mundial de carne bovina. O clima e a vegetação são propícios à pecuária de corte, onde predominam bovinos das raças zebuínas, sendo a raça Nelore a base fundamental para a produção de carne. Esses animais são conhecidos por sua resistência, alta taxa reprodutiva e capacidade de adaptação, características que aumentam a produtividade. Além disso, essas qualidades ajudaram o Brasil a se tornar líder global nas exportações de carne (LUCHIARI, 2006).

Rodrigues e Marta-Costa (2021) destacam que a carne bovina é a “commodity” de maior valor na pauta nacional. Entretanto, a carne brasileira enfrenta uma classificação de menor qualidade devido à falta de padronização, resultando em preços baixos para as carcaças. Recentemente, observou-se uma alteração nos perfis de consumo, com segmentos de mercado prontos para investir mais em carne de alta qualidade, especialmente aquelas que apresentam uma boa quantidade de gordura intramuscular (marmoreio), reconhecidas por seu sabor, suculência e maciez (FELÍCIO, 1999). Nas últimas quatro décadas a cadeia produtiva da carne bovina sofreu uma modernização revolucionária, sustentada por avanços tecnológicos dos sistemas de produção e na organização da cadeia, com claro reflexo na produtividade, na qualidade da carne e, consequentemente, no aumento da competitividade (MALAFAIA et al., 2021).

Entre as diversas ferramentas e metodologias disponíveis para avaliar as carcaças e atributos de qualidade da carne, a ultrassonografia se destaca, permitindo inspeções em vivo em um curto espaço de tempo, com alta precisão e a um custo acessível (SUGISAWA; MATOS; SUGISAWA, 2013). A ultrassonografia de carcaça, por ser um método não invasivo, oferece vantagens tanto para os criadores quanto para os animais, prevenindo a presença de resíduos indesejados na carne. Esse método é reconhecido como eficiente e relevante para aprimorar a eficiência do rebanho (YOKOO et al. 2011).

O sucesso de um programa de melhoramento está intimamente conectado a variáveis ambientais ou fatores não genéticos. Elementos como o sexo, a idade do animal, o ano e a estação em que nasceu, a idade da vaca durante o parto e o tipo de manejo alimentar (se em pastagens ou confinamento) podem impactar a variação no desempenho e na eficiência dos animais. Ademais, uma compreensão mais aprofundada

dos fatores que influenciam o crescimento dos animais da raça Nelore, especialmente no que se refere aos parâmetros genéticos e ambientais associados ao desenvolvimento e às características ultrassonográficas, é fundamental. A determinação desses fatores, permitiria que os produtores acelerassem o processo de seleção dos animais, diminuindo o intervalo entre gerações. Essa abordagem possibilita um uso mais eficaz dos dados de ultrassom de touros e novilhas para melhorar o mérito de carcaça dos animais destinados ao abate, uma vez que há correlações significativas entre as características observadas em animais vivos e aquelas avaliadas nas carcaças (CREWS JR e KEMP, 2001).

Não menos importante, o ambiente permanente materno está vinculado ao contexto em que a mãe foi criada, incluindo fatores como sua alimentação e práticas de manejo. Esses elementos não genéticos podem englobar cuidados maternos, a qualidade do leite que a mãe fornece, além de outras circunstâncias ambientais que influenciam de forma duradoura o fenótipo dos descendentes (GONZÁLEZ-RECIO et al., 2012; SANTOS et al., 2022).

Consequentemente, o peso e as características que são tomadas ao desmame, podem ser influenciadas pelo aumento da capacidade genética de ganho pré-desmame, utilizando fêmeas que apresentem uma maior capacidade materna e/ou melhorando as técnicas de manejo para proporcionar um ambiente mais adequado as mesmas (KOCH, 1972). Desta forma, as avaliações genéticas de características que são influenciadas pela mãe, os fenótipos observados são, frequentemente, desmembrados em efeito genético direto, efeito genético materno e efeito do ambiente permanente proporcionado pela vaca (BIJMA, 2006; MRODE, 2014; SCHAEFFER, 2019; ROMÉ et al., 2023; JAVIER et al. 2024).

Por outro lado, com o passar do tempo, a relevância dos efeitos da mãe tende a se atenuar, à medida que os fatores genéticos e ambientais que atuam na fase pós desmame se tornam mais evidentes, diminuindo o seu efeito total (GARRICK, 1990). Portanto, produtores e geneticistas podem compreender melhor como a genética e o ambiente materno influenciam os fenótipos que são observados, considerando tanto os efeitos genéticos que se acumulam quanto os fatores ambientais que são duradouros, (RÄSÄNEN e KRUUK, 2007). Esse conhecimento é valioso para a tomada de decisões em programas de melhoramento, que visam o aprimoramento das características desejadas.

O objetivo deste estudo foi estabelecer o modelo mais adequado e estimar parâmetros genéticos para as características de peso e à carcaça, empregando ultrassonografia em tempo real durante o desmame de bovinos de corte da raça Nelore.

2.2. – Material e Métodos

Este estudo recebeu a autorização da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFGD) da Universidade Federal da Grande Dourados, sendo registrado com o protocolo de número 25/2022. Para sua realização, foram utilizados dados fenotípicos de 4.949 bezerros descendentes de animais da raça Nelore, que foram coletados entre os anos de 2015 a 2025 na Fazenda Nelore Birigui, situada em Bela Vista, no Estado de Mato Grosso do Sul. No rebanho, é realizada avaliação intra-rebanho que utiliza um índice empírico baseado exclusivamente em características ultrassonográficas, o qual foi desenvolvido pela fazenda. Além disso, é feito o registro genealógico na Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ).

A propriedade encontra-se situada em coordenadas aproximadas de 22° 04' de latitude sul e 56° 10' de longitude oeste, em uma área de fronteira com o Paraguai. Este local é marcado por um clima tropical seco e megatérmico, com uma estação seca plenamente demarcada, classificada como Aw, segundo a sistemática de Köppen. A temperatura média anual gira em torno de 22,7°C, enquanto a precipitação média anual alcança 1.416 mm. Nos meses de julho e agosto, que correspondem ao período mais seco, a quantidade de chuvas é consideravelmente baixa, variando entre 18 e 20 mm (AMARAL et al., 2009). As pastagens têm sido, predominantemente, de *Urochloa brizantha* cv. MG-5 ao longo dos anos, com os animais sendo criados unicamente em regime de pasto e recebendo suplementação mineral *ad libitum*.

A fazenda apresenta rebanho estático de 600 matrizes, sendo anualmente incorporadas, aproximadamente, 180 novilhas e o restante das fêmeas compostas por primípara, secundíparas e múltiparas (5 a 10 anos) e 10 touros de repasse (2 a 8 anos). Entre os anos de 2016 e 2021, um lote de 80 fêmeas foi mantido com a finalidade de aspiração e transferência de embrião em tempo fixo (TEFT), enquanto as demais fêmeas do rebanho foram qualificadas como receptoras. Em 2022, a decisão foi pela adoção exclusiva da inseminação artificial em tempo fixo (IATF), estabelecendo uma estação de

monta de 90 dias. O foco da seleção da fazenda é para o progresso genético em relação às características ultrassonográficas.

As características estudadas foram: peso do animal ao desmame, padronizado para 210 dias, de acordo com a recomendação da BIF (Beef Improvement Federation) e as medida de ultrassom de área do olho do lombo (AOL), e escore de marmoreio (MARM) e espessura de gordura subcutânea (EGS).

Para a obtenção das imagens, os animais desmamados, com aproximadamente, 7-8 meses de idade, foram submetidos à avaliação por ultrassonografia em tempo real, utilizando-se um aparelho US Aloka 500 New, acoplado a um transdutor linear de 18 cm. As imagens foram coletadas e analisadas por um técnico franqueado Designer Genes Technologies (DGT) Brasil, utilizando o software BIA para mensuração da área de olho-de-lombo (AOL), em cm², no músculo *Longissimus dorsi* (contrafilé), entre a 12^a e 13^a costelas; escore numérico de marmoreio (MARM), que indica a porcentagem de gordura intramuscular, avaliado a partir da leitura da imagem com o transdutor disposto longitudinalmente entre a 11^a e 13^a costelas; e espessura de gordura subcutânea (EGS), mm, no músculo *Longissimus dorsi* (contrafilé) entre a 12^a e 13^a costelas.

Preliminarmente, os dados foram submetidos a verificação de presença de dados discrepantes, objetivando-se garantir a consistência das informações. Na edição, foram eliminados dados de animais com 45 dias abaixo ou acima da idade padrão de 210 dias. Também foram eliminados dados de peso menores que 150 e maiores que 265 kg.

Para detectar quais são fatores não genéticos que influenciaram as características as características estudadas, procederam-se análises de variâncias separadamente, por meio de quadrados mínimos, utilizando o procedimento GLM, do programa *Statistical Analysis System* (SAS, 2015), sendo identificados os efeitos significativos ($P < 0,05$).

O modelo utilizado considerou efeitos de sexo (SX), raça da receptora (RP), mês de nascimento (MN), ano de nascimento (AN), bem como, as covariáveis linear e quadrática de ordem de parto da vaca (OVP), entre 1 e 6 partos, e a idade no bezerro (IDA), de 5 a 9 meses:

$$Y_{ijklmn} = \mu + SX_i + RP_j + AN_k + MN_l + IDA_m + OVP_n + e_{ijklmn},$$

em que Y_{ijklmn} são as variáveis respostas (P210, AOL, MARM, EGS); μ é o efeito médio; SX_i é o efeito do i-ésimo do sexo; RP_j é o efeito da j-ésima raça da receptora; AN_k é o efeito k-ésimo ano de nascimento; MN_l é o efeito l-ésimo mês de nascimento; IDA_m é o

efeito, linear e quadrático, l-ésimo idade do animal, como co-variável; OVP_n é o efeito, linear e quadrático, n-ésimo ordem da vaca ao parto, como co-variável, e e_{ijklmn} , o erro aleatório associado a cada observação. Para a comparação das médias foram considerados os testes F da análise. Para todas as análises foram considerados nível de significância de 5%.

A partir das análises, definiu-se os grupos de contemporâneos (GC) e as covariáveis incluídas nos modelos para análise genética. Dessa forma, para as características de peso e ultrassom, foram constituídos dois GC: 1) considerando os animais nascidos no mesmo ano e mês e 2) animais do mesmo sexo e raça da receptora (SCHAEFFER E KENNEDY, 1989). Para cada características foram retirados os animais com medidas de 3,5 desvios padrão acima ou abaixo da média do seu grupo de contemporâneos, grupos de contemporâneos com menos de 20 animais e, no mínimo, dois machos.

Na Tabelas 1, encontram-se o número de observações, o número de touros e de vacas, o número de grupo de contemporâneos e a média de animais para as duas composições de grupos de contemporâneos, respectivamente, para cada característica avaliada.

Tabela 1. Número de observações (N°), número de touros (Touros), número de vacas (Vacas), número de grupo de contemporâneos, considerando mês e ano de nascimento (N° GC AM), número de grupo de contemporâneos, considerando o sexo do bezerro e a raça da receptora (N° GC SR), média de animais por grupo de contemporâneos, considerando mês e ano de nascimento (Média do n° obs. GC AM) e a média de animais por grupo de contemporâneos, considerando o sexo do bezerro e a raça da receptora (Média do n° obs. GC SR), na fazenda Nelore Birigui, Bela Vista (MS).

Caract.	N°	Touros	Vacas	N° GC AM	N° GC SR	Média do n° obs. GC AM	Média do n° obs. GC SR
P210	2001	24	1019	26	4	76,96	500,25
AOL	2001	24	1019	26	4	76,96	500,25
MARM	2001	24	1019	26	4	76,96	500,25
EGS	2001	24	1019	26	4	76,96	500,25

Caract. = características estudadas; P210 = peso ajustado aos 210 dias, em kg; AOL = área de olho-de-lombo, em cm²; MARM = escore numérico de marmoreio; EGS = espessura de gordura subcutânea, em mm.

O arquivo de pedigree utilizado em todas as análises continha as identificações de animal, pai e mãe, que totalizaram 9.051 animais na matriz de parentesco. Vale ressaltar

que apenas os bezerros cujas mães foram devidamente identificadas foram adicionados no banco de dados, de acordo com as informações sintetizadas na Tabela 1.

As características foram analisadas considerando as avaliações genéticas uni-característica e multi-característica, utilizados três modelos: 1) modelo animal, contando apenas o efeito genético aditivo direto; 2) modelo 2, com os efeitos genéticos aditivo direto e materno; e 3) modelo 3, com os efeitos genéticos aditivo direto e materno e o efeito de ambiente permanente da vaca. Além dos dois grupos contemporâneos, os modelos contaram com os efeitos de efeito da idade do bezerro e a ordem da vaca ao parto, linear e quadrático em ambos, como covariável.

O modelo abrangente que foi utilizado, é o que foi apresentado por Schaeffer e Kennedy (1989) e utilizado por Mota et al. (2013), em grupos de animais que realizam a transferência de embriões, podendo o modelo estatístico ser expresso na forma de uma matriz como:

$$y = X\beta + Z_1d + Z_2m + Z_3mp + e$$

em que, y é o vetor das observações; β é o vetor de efeitos fixos (grupos de contemporâneos e covariáveis); d é o vetor de efeitos aleatórios dos valores genéticos aditivos de cada animal; m é o vetor de efeitos aleatórios maternos aditivos; mp é o vetor de efeitos aleatório de ambiente permanente materno; e é o vetor de efeitos aleatórios residuais; e X , Z_1 , Z_2 e Z_3 são as matrizes de incidência, que relacionou as observações aos efeitos fixos e aos efeitos aleatórios genético direto aditivo, genético materno e de ambiente permanente materno, respetivamente, assumindo-se que os efeitos genéticos diretos e residuais não foram correlacionados entre si. Ao usar esse modelo, as seguintes suposições $E[y] = X\beta$:

$$E \begin{bmatrix} d \\ m \\ mp \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{Var} \begin{bmatrix} d \\ m \\ mp \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_d^2 & A\sigma_{dm} & 0 & 0 \\ A\sigma_{dm} & A\sigma_m^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I_{nc}\sigma_{mp}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I_n\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

em que temos os seguintes componentes: σ_d^2 , variância genética aditiva direta; σ_m^2 , variância genética aditiva materna; σ_{mp} , covariância genética aditiva direta-materna;

σ_{mp}^2 , variância de ambiente permanente materno; e σ_e^2 , variância dos efeitos aleatórios residuais. Temos ainda, as seguintes matrizes: A , matriz de parentesco entre os animais; I_{nc} , identidade de ordem nc (número de vacas); I_c , identidade de ordem n (número de observações).

Os efeitos genéticos diretos e maternos são assumidos como correlacionados entre si, enquanto que os de ambiente permanente e residual não são correlacionados entre si e nem com os efeitos genéticos. O coeficiente de herdabilidade total (h_t^2) para as características estudadas foram estimadas segundo (WILHAM, 1972):

$$h_t^2 = \left(\frac{(\sigma_d^2 + 0,5\sigma_m^2 + 1,5\sigma_{dm})}{\sigma_p^2} \right)$$

em que, $\sigma_p^2 = \sigma_d^2 + \sigma_m^2 + \sigma_c^2 + \sigma_e^2$.

Os componentes de variância e covariância, os parâmetros genéticos e as correlações genéticas e fenotípicas, foram estimados pelo método de máxima verossimilhança restrita livre de derivadas, com o programa REMLF90 (MISZTAL, 2002). O critério de convergência das análises foi considerado satisfatório quando o logaritmo da função de verossimilhança foi inferior a 1×10^{-9} . Utilizou-se o teste de razão de verossimilhança ("likelihood ratio test"), conforme Hogg et al. (1995), para comparar os modelos e escolher o mais adequado para cada característica, tendo-se comparado o aumento na função de máxima verossimilhança ($-2 \log L$), causado pela adição dos parâmetros ao modelo à distribuição de qui-quadrado, com g graus de liberdade e probabilidade de erro de 5%, em que g é a diferença em números de parâmetros estimados nos modelos comparados. Com base nas estimativas genéticas para cada uma das características, utilizando o modelo completo para análise multi-característica, foram calculadas as correlações simples (*Pearson*) e as correlações de ordem (*Spearman*) entre elas (SAS, 2015).

2.3. – Resultados e Discussão

As estatísticas descritivas e os resultados das análises de variância para as características avaliadas são apresentados na Tabela 2. De modo geral, todas as características foram impactadas tanto pelos efeitos classificatórios (SX, RP, MN e AN) quanto pelos efeitos das covariáveis (IDA e OVP), linear e quadrática. Apenas do coeficiente de variância (CV%) de EGS excedeu 24%, indicando maior dispersão dos dados para essa característica, possivelmente em função de sua alta sensibilidade a fatores ambientais transitórios, como flutuações nutricionais e climáticas (OLDENBROEK e VAN DER WAAIJ, 2014). Esses resultados destacam a relevância de levar em conta cada um desses efeitos na modelagem estatística da avaliação genética ao realizar comparações dos indivíduos para essas características de interesse.

A média de P210 (201,97 em kg) foi mais alta do que os valores observados por Souza et al. (2000), Viu et al. (2006) e Silva et al. (2015), o que pode ser atribuído a modificações no sistema de produção, possibilitando que os animais expressem seu potencial produtivo. Todos os efeitos analisados na variância do P210 mostraram ser significativos ($P < 0,01$), evidenciando a influência sobre a característica, semelhante aos resultados encontrados por Gandra et al. (2019). É importante destacar que, neste estudo, os pesos dos animais foram ajustados previamente conforme a orientação da BIF.

Os valores médios para AOL e EGS foram de 42,66 cm² e 2,61 mm, respectivamente. Em estudo realizado por Adamich (2018), observou-se valores médios de 34,1 cm² e 1,6 mm, para as mesmas características, respectivamente, em animais da raça Brangus ao desmame. Na análise de variância verificou-se efeito não significativo de ordem da vaca ao parto (Q, $P = 0,070$) sobre AOL e também, de ordem da vaca ao parto (L, $P = 0,300$) e (Q, $P = 0,593$) sobre EGS. O escore numérico de marmoreio foi de 2,98 (EN). Esse valor demonstra ser elevado considerando que as medidas foram tomadas ao desmame, em animais da raça Nelore. Diferentemente das outras características, o MARM foi afetado apenas por sexo ($P = 0,018$), mês ($< 0,0001$) e anos de nascimento ($< 0,0001$).

Tabela 2. Estatística descritiva e análise de variância (ANOVA) em relação aos seus efeitos fixos e as covariáveis para as características de peso e medidas ultrassom, em um rebanho de animais da raça Nelore, na fazenda Nelore Birigui, Bela Vista (MS).

	Características			
	P210 (kg)	AOL (cm ²)	MARM (EN)	EGS (mm)
Número de observações	2001	2001	2001	2001
Média	201,97	42,66	2,98	2,61
Desvio padrão	24,48	6,35	0,47	0,69
Mínimo	150,00	24,72	1,62	1,12
Máximo	266,66	61,36	4,10	4,94
	Análise de variância			
Coeficiente de variação (%)	10,99	13,81	15,13	24,60
Sexo	<0,0001	<0,0001	0,018	<0,0001
Raça da receptora	0,003	0,015	0,884	0,010
Mês de nascimento	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0018
Ano de nascimento	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Idade do bezerro (L)	0,005	0,004	0,670	0,002
Idade do bezerro (Q)	0,008	0,028	0,969	0,002
Ordem da vaca ao parto (L)	<0,0001	0,034	0,268	0,300
Ordem da vaca ao parto (Q)	0,006	0,070	0,205	0,593

P210 = peso ajustado aos 210 dias, em kg; AOL = área de olho-de-lombo, em cm²; MARM = escore numérico de marmoreio; EGS = espessura de gordura subcutânea.

As estimativas dos componentes de variância e os coeficientes de herdabilidade para as características empregando diferentes modelos nas avaliações uni e multi-característica, podem ser encontradas nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. Duante a execução das análises, não surgiram problemas de convergência ou valores impróprios, o que indicaria que os achados poderiam ser inválidos.

De forma geral, notou-se que as estimativas dos componentes de variância dos modelos uni e multi-característica apresentaram pequenas diferenças, sugerindo que a análise combinada conseguiu refletir adequadamente a variabilidade, sem provocar alterações significativas nas estimativas e possível controle de qualidade dos resultados.

As análises comparativas entre os modelos apresentaram resultados significativos (teste de razão de verossimilhança) para todas as características analisadas. Isso ocorreu quando incorporamos o efeito genético aditivo materno (M2) e tanto o efeito genético aditivo da materno quanto o efeito do ambiente permanente da vaca (M3) em relação ao modelo M1, que considerou exclusivamente o efeito genético direto (Tabela

4). Esses resultados sugerem, que para o conjunto de dados analisado, é necessário a decomposição da contribuição materna em componentes genéticos aditivos e ambiente materno constante permanente da vaca. Até onde temos conhecimento, este é o primeiro trabalho que analisa as características AOL, MARM e EGS, que são indicadoras relevantes correlacionadas as características avaliadas na carcaça.

No que diz respeito à propriedade, é fundamental ressaltar que as mensurações por ultrassom são utilizadas para classificação dos animais, uma vez que a área disponível para os animais após o desmame é restrita, e não há espaço suficiente para abrigar toda a progênie que nasce e é desmamada na propriedade. Pollak et al. (1984) afirmam que a avaliação de multi-característica pode ser utilizada para aprimorar a exatidão das estimativas quando comparadas às análises uni-característica, além de reduzir ou eliminar os vieses de seleção. Os autores explicaram que existem casos em que as avaliações baseadas em uni-característica estavam distorcidas por meio da seleção, e que esse viés foi corrigido por meio da abordagem que envolve a avaliação multi-característica.

As variâncias genéticas aditivas diretas (σ^2_d), conforme as análises realizadas tanto uni quanto multi-característica, apresentaram valores superiores para P210, que variaram de 81,93 a 109,00, e para AOL, com uma faixa de 10,78 a 11,57, em comparação com MARM, cujos valores foram de 0,048 a 0,051, e EGS, que variou de 0,32 a 0,44 (Tabela 3).

No que se refere às variâncias genéticas aditivas maternas (σ^2_m), P210 também se obteve valores mais altos, variando de 101,30 a 103,60, assim como AOL, que teve uma variação de 5,60 a 6,38. Em relação a MARM, os valores que foram de 0,007 a 0,017, e EGS, que variou de 0,018 a 0,047. As variâncias genéticas aditivas maternas representaram percentuais de 95,23%, 52,49%, 24,64% e 88,61% em relação às variâncias genéticas aditivas diretas para as características de P210, AOL, MARM e EGS, respectivamente. No estudo foram observadas covariâncias genéticas aditivas diretas e maternas positivas para todas as características, indicado possível relação do potencial genético do indivíduo com a habilidade materna da vaca.

Tabela 3. Valores estimados para os componentes de variância e covariâncias, obtidos por análises uni e multi-característica, considerando modelos com os efeitos aditivos diretos (M1), aditivo direto e aditivo materno (M2), e aditivo direto e aditivo materno e de ambiente permanente materno (M3), em um rebanho de animais da raça Nelore à desmama, na fazenda Nelore Birigui, Bela Vista (MS).

Uni-característica						
Parâmetros	σ^2_d	σ^2_m	σ_{dm}	σ^2_{pem}	σ^2_e	σ^2_p
Peso ajustado aos 210 dias						
M1	82,57	-	-	-	397,50	480,07
M2	109,00	101,90	95,24	-	273,60	484,50
M3	109,00	101,30	100,50	0,51	273,70	484,51
Área de olho-de-lombo						
M1	10,89	-	-	-	23,45	34,34
M2	11,57	5,77	7,22	-	17,16	34,50
M3	11,57	5,60	7,13	0,22	17,11	34,50
Marmoreio						
M1	0,048	-	-	-	0,16	0,20
M2	0,048	0,011	0,006	-	0,15	0,20
M3	0,048	0,007	0,006	0,004	0,14	0,20
Espessura de gordura subcutânea						
M1	0,032	-	-	-	0,38	0,41
M2	0,034	0,033	0,018	-	0,34	0,41
M3	0,034	0,018	0,014	0,019	0,34	0,41
Multi-característica						
Peso ajustado aos 210 dias						
M1	81,93	-	-	-	398,00	479,93
M2	106,00	103,60	97,17	-	274,20	483,80
M3	106,10	102,80	97,56	0,50	274,40	483,80
Área de olho-de-lombo						
M1	10,78	-	-	-	23,56	34,34
M2	11,26	6,38	5,45	-	16,76	34,40
M3	11,26	6,22	5,41	0,20	16,72	34,40
Marmoreio						
M1	0,048	-	-	-	0,16	0,20
M2	0,051	0,017	0,004	-	0,14	0,20
M3	0,051	0,013	0,004	0,006	0,13	0,20
Espessura de gordura subcutânea						
M1	0,034	-	-	-	0,37	0,41
M2	0,043	0,047	0,017	-	0,32	0,41
M3	0,044	0,040	0,017	0,011	0,31	0,41

σ^2_d = variância genética aditiva direta; σ^2_m = variância aditiva materna; σ_{dm} = covariância entre os efeitos genéticos aditivos e genéticos maternos; σ^2_{pem} = variância devido ao efeito de ambiente permanente materno; σ^2_e = variância de ambiente; σ^2_p = variância fenotípica total; - efeito não incluído no modelo.

Apesar de baixas, as variâncias dos efeitos ambientais permanentes da vaca (σ^2_{pem}) também foram maiores para P210 (oscilando entre 0,50 e 0,51) e AOL (oscilando

entre 0,20 e 0,22) do que para MARM (oscilando entre 0,004 e 0,006) e EGS (oscilando entre 0,011 e 0,019). Os resultados para as variâncias residuais (σ^2_e) e fenotípicas (σ^2_p) também mostraram oscilações (Tabela 3). A inclusão da covariância direta materna nos modelos 2 e 3, uni e multi-característica, fez com que a variância residual decrescesse em todas as análises e estes resultados vão de encontro com os apresentados por MALHADO et al. (2004). A redução na variância residual sugere um melhor ajuste nos dados quando a σ_{dm} é incluída no modelo.

As σ^2_d obtidas nas análises uni e multi-característica apresentaram valores moderados para P210, AOL e MARM, enquanto para EGS foi classificado como baixo (Tabela 3). Características como EGS são majoritariamente afetadas por influências ambientais, resultando em uma contribuição mínima do σ^2_d para a variância total. Pesquisas realizadas por Oldenbroek e van der Waaij (2014) e Espinoza-Villavicencio (2015) mostram que as características com pequenas influências de σ^2_d são predominantemente moldadas por fatores ambientais, incluindo nutrição, condições climáticas, risco de doenças e outras variáveis que podem diferir entre propriedades ou entre indivíduos dentro de uma mesma propriedade, além das contribuições de genes dominantes ou epistáticos.

De maneira geral, as estimativas de h^2_d e h^2_m para as diferentes características apresentaram semelhanças ao compararmos as análises uni e multi-característica, por modelo (Tabela 4). A exceção foi encontrada em EGS, onde as estimativas na análise multi-característica se mostraram mais elevadas em comparação à análise uni-características. Adicionalmente, notou-se um aumento nas estimativas de h^2_d levando a uma diminuição significativa na fração da variância fenotípica associada ao resíduo (e^2) para os modelos que incorporaram o efeito genético materno (M2 e M3).

Em relação às h^2_m , as análises multi-característica apresentaram estimativas mais elevadas do que aquelas obtidas nas análises uni-característica. Para todas as características em estudo, os ajustes dos modelos 2 e 3 mostraram-se equivalentes ($P > 0,05$) e mais favoráveis em comparação aos ajustes do modelo 1 ($P < 0,05$), que apenas considerava o efeito genético aditivo direto. Thompson e Meyer (1986) relataram que os modelos de multi-característica possibilitam uma análise simultânea, utilizando as correlações tanto genéticas quanto ambientais existentes entre essas características.

Isso resulta em um aumento na precisão, graças a conexões mais eficientes nos dados, que são influenciadas pela covariância residual entre as características.

Estimativas negativas da correlação genética materna direta têm sido algumas vezes atribuídas a covariâncias ambientais negativas entre a mãe e a progênie (MEYER, 1997). De acordo com Souza et al. (2011), em situações que os valores para as correlações direto materna foram elevadas e negativas, deve se tomar cuidado no sentido de podermos estar selecionando para peso e fazendo seleção negativa para habilidade materna, o que pode vir a comprometer o sistema a médio e longo prazo. De acordo com Feng et al. (2025), do ponto de vista nutricional, é necessário que haja uma distribuição equilibrada dos recursos da mãe entre suas atividades fisiológicas e sua prole. Se a vaca destinar uma quantidade excessiva de recursos para sua própria manutenção, crescimento e desenvolvimento, isso poderá levar a uma diminuição proporcional dos recursos disponíveis para sua prole (feto e/ou bezerro), gerando uma relação negativa. Neste estudo, ao analisarmos a covariância genética direta-materna, em uma avaliação intra-rebanho, em que as condições são controladas, consideramos que os genes que afetam as características diretas possam ser também aqueles que determinam a habilidade materna da vaca de oferecer cuidados adequados.

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade total (h^2_t) apresentaram variações diferentes para as características nas análises uni e multi-característica (Tabela 4). Para a característica P210, os valores variaram de 0,64 a 0,63 e para MARM, de 0,30 a 0,31, considerando as análises uni e multi, respectivamente. Em contraste, notou-se uma diminuição nos valores estimados para AOL, que passaram de 0,73 para 0,65, enquanto os valores para EGS aumentaram de 0,16 para 0,22, respectivamente, na mesma ordem de apresentação anterior. Baseado nestes resultados, podemos dizer a análise multi-característica otimizou as estimativas em decorrência da redução da σ^2_d de AOL e incremento σ^2_d para EGS. A utilização de modelos de multi-característica pode melhorar a precisão das estimativas dos coeficientes de herdabilidade, especialmente quando se considera características que são selecionadas.

Tabela 4. Coeficientes de herdabilidade direta, materna e total, correlações genéticas entre os efeitos aditivos direto e materno, fração da variância devido ao ambiente permanente e fração da variância fenotípica devido ao ambiente temporário, obtidos por análise uni e multi-característica, considerando modelos com os efeitos aditivos diretos (M1), aditivo direto e aditivo materno (M2), e aditivo direto e aditivo materno e de ambiente permanente materno (M3), e teste de razão de verossimilhança (LRT), em um rebanho de animais da raça Nelore à desmama, na fazenda Nelore Birigui, Bela Vista (MS).

Uni-característica							
Parâmetros	h^2_d	h^2_m	h^2_t	r_{dm}	c^2	e^2	LRT
Peso ajustado aos 210 dias							
M1	0,17	-	-	-	-	0,83	M1-M2=8.667,31*
M2	0,22	0,21	-	0,95	-	0,56	M1-M3=8.667,21*
M3	0,22	0,21	0,64	0,96	0,001	0,56	M2-M3=0,10 ^{ns}
Área de olho-de-lombo							
M1	0,32	-	-	-	-	0,68	M1-M2=8.663,21*
M2	0,34	0,17	-	0,88	-	0,50	M1-M3=8.663,10*
M3	0,34	0,16	0,73	0,89	0,006	0,50	M2-M3=0,11 ^{ns}
Marmoreio							
M1	0,24	-	-	-	-	0,76	M1-M2=8.652,34*
M2	0,24	0,05	-	0,28	-	0,71	M1-M3=8.653,93*
M3	0,24	0,04	0,30	0,31	0,02	0,71	M2-M3=1,59 ^{ns}
Espessura de gordura subcutânea							
M1	0,08	-	-	-	-	0,92	M1-M2=8.653,42*
M2	0,08	0,08	-	0,53	-	0,84	M1-M3=8.658,52*
M3	0,08	0,04	0,16	0,58	0,05	0,83	M2-M3=5,10*
Multi-característica							
Peso ajustado aos 210 dias							
M1	0,17	-	-	-	-	0,83	M1-M2=8.682,22* M1-M3=8.681,48* M2-M3=0,74 ^{ns}
M2	0,22	0,21	-	0,93	-	0,57	
M3	0,22	0,21	0,63	0,93	0,001	0,57	
Área de olho-de-lombo							
M1	0,31	-	-	-	-	0,69	
M2	0,33	0,19	-	0,64	-	0,49	
M3	0,33	0,18	0,65	0,65	0,01	0,49	
Marmoreio							
M1	0,24	-	-	-	-	0,76	
M2	0,25	0,09	-	0,15	-	0,67	
M3	0,25	0,06	0,31	0,15	0,03	0,66	
Espessura de gordura subcutânea							
M1	0,08	-	-	-	-	0,92	
M2	0,11	0,11	-	0,38	-	0,78	
M3	0,11	0,10	0,22	0,42	0,03	0,77	

h^2_d = estimativa de herdabilidade para os efeitos genéticos aditivos diretos; h^2_m = estimativa de herdabilidade para os efeitos genéticos maternos; r_{dm} = correlação entre os efeitos genéticos diretos e maternos; c^2 = fração da variância devido ao ambiente permanente; e^2 = fração da variância fenotípica devido ao resíduo; - efeito não incluído no modelo; ns = não significativo; *Significativo a 5% de probabilidade.

No caso, a fazenda considera AOL e EGS como as principais características utilizadas como critério de seleção. Os achados são consistentes com o que foi mencionado por Meyer (1991), que destacou que essa situação é comum na avaliação de dados provenientes de programas de melhoramento genético, nos quais a escolha dos animais é feita de acordo com seu desempenho. Assim, acredita-se que as análises que consideram análise uni-característica poderão apresentar viés, enquanto que nas análises multi-característica, uma correção é aplicada em relação à estrutura de seleção, evitando este possível viés.

Nas análises, verificamos efeito baixo de c^2 , onde o valor máximo foi de 5% para EGS no M3 da uni-característica (Tabela 4). Estes achados indicam ação mínima fração da variância fenotípica devido aos efeitos de ambiente permanente da vaca. Por outro lado, elevadas frações da variância devido ao ambiente temporário (e^2) foram observados para todas os modelos (Tabela 4), que indicam que fatores temporários exercem grande influência sobre as características. Como mencionado anteriormente, observou redução de e^2 em função da inclusão dos efeitos genéticos aditivos maternos (M2) e o efeito de ambiente permanente da vaca (M3), mostrando que as avaliações genéticas tanto para peso quanto as medidas de ultrassom ao desmame devem considerar os efeitos genético direto, genético materno e de ambiente permanente proporcionado pela vaca (BIJMA, 2006; MRODE, 2014; SCHAEFFER, 2019).

As correlações genéticas dos efeitos aditivos direto para AOL, MARM, EGS e P210, foram positivas variando de baixas a moderadas (Tabela 5), sugerindo que os genes que afetam, mesmo que minimamente, uma característica pode afetar as outras, ou seja, que a seleção para uma característica afetaria positivamente as outras. As características deste grupo servem como indicadores das características de carcaça que são utilizadas para medir o valor econômico de um animal pela indústria, além de beneficiar os consumidores (GOLDEN et al, 2000).

A criação de um índice que compreenda essas características poderia facilitar o processo de seleção, resultando em respostas em intervalos de geração reduzidos e, conseqüentemente, aprimorando a eficiência econômica do sistema de produção como um todo. Resultados positivos nas características foram reportados por Meirelles et al. (2010) com valores de 0,21 para EGSxAOL, 0,57 para EGSxPeso e 0,62 para AOLxPeso, em bovinos da raça Canchim durante o sobreano; Caetano et al. (2013) observaram 0,65

para AOLxEGS e Yokoo et al. (2008) encontraram 0,27 para P210xAOL e 0,22 para P210xEGS, em ambos estudos com bovinos da raça Nelore, medidas de peso no desmame e de ultrassom no sobreano.

Para as correlações genéticas aditivas maternas (Tabela 5), foram identificados coeficientes negativos de -0,08 entre P210xMARM e -0,32 entre AOLxMARM. Isso sugere, embora em um nível reduzido, um antagonismo entre os efeitos diretos e os efeitos maternos relacionados a essas características. Por outro lado, foram observados coeficientes correlação positivos baixo de 0,16 entre EGSxMARM e elevados de 0,61, 0,65 e 0,70 de AOLxEGS, AOLxP210 e EGSxP210, respectivamente.

Tabela 5. Correlações entre os efeitos aditivos diretos (acima da diagonal) e entre os efeitos aditivos maternos (abaixo da diagonal), para as características peso ajustado aos 210 (P210), área de olho-de-lombo (AOL), escore numérico de marmoreio (MARM) e espessura de gordura subcutânea (EGS), obtidos por análise multi-característica.

Características	AOL	MARM	EGS	P210
AOL	-	0,51	0,50	0,54
MARM	-0,32	-	0,46	0,35
EGS	0,61	0,16	-	0,40
P210	0,65	-0,08	0,70	-

As estimativas de correlações simples dos valores genéticos, utilizando o método de Pearson, e as correlações de ordem baseadas nas classificações dos valores genéticos, por meio do método de Spearman, mostraram-se todas significativas ($P < 0,01$). Essas associações podem ser visualizadas na Tabela 6. Ambas as correlações, tanto de Pearson quanto de Spearman, evidenciaram relações positivas, com magnitudes variando de moderadas a altas, o que sugere que a escolha de touros com elevados valores genéticos, como no caso do AOL, podem levar a progênie que apresentem valores maiores de MARM, EGS e P210. As conclusões aqui obtidas corroboram as correlações discutidas anteriormente na Tabela 5.

Tabela 6. Correlações simples entre valores genéticos (Pearson¹) e de ordem entre as classificações dos touros pelos valores genéticos (Spearman²), para as características peso ajustado aos 210 (P210), área de olho-de-lombo (AOL), escore numérico de marmoreio (MARM) e espessura de gordura subcutânea (EGS), obtidos por análise multi-característica.

Características	AOL	MARM	EGS	P210
AOL	-	0,70	0,74	0,51
MARM	0,67	-	0,65	0,51
EGS	0,74	0,62	-	0,44
p210	0,51	0,50	0,43	-

¹ acima da diagonal; ² abaixo da diagonal.

2.4. – Conclusões

Na população estudada, os efeitos ambientais de sexo, raça da receptora, mês de nascimento e ano de nascimento do bezerro, bem como, as covariáveis linear e quadrática de ordem de parto da vaca a idade no bezerro, devem ser considerados no momento da avaliação genética de modo a permitir maior precisão na ocasião de seleção.

Os efeitos aditivo materno e de ambiente permanente materno devem ser considerados na avaliação genética dos animais da raça Nelore para as características peso, área do olho do lombo, escore numérico de marmoreio e espessura de gordura subcutânea na ocasião da desmame.

As análises multi-característica se mostraram apropriadas para estimar os parâmetros genéticos para as características de peso, área do olho do lombo, escore numérico de marmoreio e espessura de gordura subcutânea na ocasião da desmame, no sentido de evitar viés do efeito de seleção.

Ao estimarmos de correlações genéticas entre para as características de peso, área do olho do lombo, escore numérico de marmoreio e espessura de gordura subcutânea na ocasião da desmame foram moderadas, indicando que a tecnologia de ultrassom pode ser incorporada como critério de seleção.

2.5. – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMICH D. G. Correlações genéticas e fenotípicas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom no desmame em animais da raça brangus. Trabalho de conclusão de curso (graduação em zootecnia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/197364/001087006.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28/08/2025

BIJMA P. Estimating maternal genetic effects in livestock. *Journal of Animal Science*, 84:800–806, 2006. doi:10.2527/2006.844800x

BONIFAZI R., VANDENPLAS J., NAPEL J. T., VEERKAMP R. F., CALUS M. P. L. The impact of direct-maternal genetic correlations on international beef cattle evaluations for Limousin weaning weight. *Journal of Animal Science*, Vol. 99, No. 9, 1–14, 2021. <https://doi.org/10.1093/jas/skab222>

CAETANO S. L., SAVEGNAGO R. P., BOLIGON A. A., RAMOS S. B., CHUD T. C. S., LÔBO R.B., MUNARI D.P. Estimates of genetic parameters for carcass, growth and reproductive traits in Nellore cattle. *Livestock Science*. V 155(1), 2013. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.04.004>

CREWS JR D. H.; KEMP, R. A. Genetic parameters for ultrasound and carcass measures of yield and quality among replacement and slaughter beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 79, p. 3008-3020, 2001.

ELER J. P., VAN VLECK L. D., FERRAZ J.B.S., LÔBO R. B. Estimation of Variances Due to Direct and Maternal Effects for Growth Traits of Nelore Cattle^{1,2} *Journal of Animal Science*, 73:3253–3258, 1995.

ESPINOZA-VILLAVICENCIO J. L., CERÓ-RIZO Á., GUERRA-IGLESIAS D., PALACIOS-ESPINOSA A., DOMÍNGUEZ-VIVEROS J., GONZÁLEZ-PEÑA D. Environmental factors and genetic parameters for some reproductive traits in Chacuba cattle. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuaria*, 6, 431–441, 2015.

FELÍCIO P. E. Avaliação da qualidade da carne bovina. Simpósio sobre Produção Intensiva de Gado de Corte, Campinas. Anais. São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), p.92-99, 1998.

FENG X., WANG Y., ZHAO J., JIANG Q., CHEN Y., GU Y., GUO P., ZHENG J. Estimation of Genetic Parameters and Prediction for Body Weight of Angus Cattle. *Agriculture*, 15(11), 1216, 2025. <https://doi.org/10.3390/agriculture15111216>

GANDRA J. R., SENO L. O., BORQUIS R. R. A., ESCOBAR A. Z., DE OLIVEIRA E. R., SANTOS R. J. A., CÔNSOLO N. R. B., ACOSTA, A. P. Milk yield and composition of primiparous recipient cows influence the performance and carcass ultrasonography of Nellore calf. *Journal of Applied Animal Research*, 47(1), 506–513, 2019. <https://doi.org/10.1080/09712119.2019.1675668>

GARRICK D. J. Maternal effects on growth in beef cattle. *Proc. 8th Conf. Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics*, 397–399, 1990.

GOLDEN B. L., GARRICK D. J., NEWMAN S., ENNS R. M. A framework for the next generation of EPDs. In: *Proceedings Beef Improvement Federation 32nd Annual Research Symposium and Annual Meeting*. Wichita (KS), July 12–15, 2000. p. 2–13.

GONZÁLEZ-RECIO O., UGARTE E., BACH, A. Trans-Generational Effect of Maternal Lactation during Pregnancy: A Holstein Cow Model. *PLOS ONE*, 7(12), e51816-. 2012. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051816>

HOGG R. V., CRAIG A.T. *Introduction to mathematical statistics*. 5th ed. New Jersey: Prentice Hall, 1995. 564p.

JAVIER E. L. R., GABRIEL, M. M. J., CANDELARIO S. C. J., MANUEL P. B. G. Maternal effects and its importance in the genetic evaluations of preweaning live weight traits of beef cattle. A review. *Tropical Animal Health and Production*, 56, 260, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11250-024-04142-4>

KOCH, R. M. The Role of Maternal Effects in Animal Breeding: VI. Maternal Effects in Beef Cattle. *Journal of Animal Science*, 35(6), 1316–1323, 1972. doi.org/10.2527/jas1972.3561316x

LONDOÑO-GIL M., CARDONA-CIFUENTES D., RODRÍGUEZ J. D., BRUNES L. C., MAGNABOSCO C. U., PEREIRA A. S. C., PERIPOLLI E., LÔBO R. B., BALDI F. Heritability and genetic correlations between marbling in longissimus dorsi muscle and conventional economic traits in Nellore beef cattle. *Tropical Animal Health and Production*, 7;54(5):274, 2022. doi: 10.1007/s11250-022-03293-6. PMID: 36068366.

LUCHIARI A. F. Produção de carne bovina no Brasil: qualidade, quantidade ou ambas? Simpósio sobre desafios e novas tecnologias na bovinocultura de corte, Brasília – DF, 29 a 30 de abril de 2006.

MALAFIA G. C., CONTINI E., DIAS F. R. T., GOMES R. C., MORAES A, E. L. Cadeia produtiva da carne bovina: contexto e desafios futuros. – Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2021. PDF (45 p.) : il. Color. – (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1983-974X; 291).

MALHADO C. H. M., LÔBO R. N. B., FILHO R. M., FACÓ O., AZEVEDO D. M. M. R. Efeito da incorporação da covariância entre os efeitos direto e materno sobre a análise para a característica dias para ganhar 160 Kg. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.41, n.1, p.14-19, 2004.

MEIRELLES S. L., ALENCAR M. M., OLIVEIRA H. N., REGITANO L. C. A. Efeitos de ambiente e estimativas de parâmetros genéticos para características de carcaça em bovinos da raça Canchim criados em pastagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39 (7), 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000700006>

MEYER, K. Estimates of genetic parameters for weaning weight of beef cattle accounting for direct-maternal environmental covariances. *Livestock Production Science*, 52:187–199, 1997. doi:10.1016/S0301-6226(97)00144-9

MEYER, K. Estimating variances and covariances for multivariate animal models by restricted maximum likelihood. *Genetics Selection Evolution*, 23, 67, 1991. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-23-1-67>

MISZTAL, I. 2002 – REMLF90: manual. Disponível em: <<https://nce.ads.uga.edu/wiki/lib/exe/fetch.php?media=remlf90.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2025.

MOTA R. R., LOPES P. S., MARQUES L. F. A., SILVA L. P., RESENDE M. D. V., TORRES R. A. The influence of animals from embryo transfer on the genetic evaluation of growth in Simmental beef cattle by using multi-trait models. *Genetics and Molecular Biology*, v.36(1), p.43-49, 2013.

MRODE, R. A. Linear models for the prediction of animal breeding values. Maternal trait models: Animal and reduced animal models. 3rd ed. Oxfordshire (UK): CABI. p. 109–120, 2014.

OLDENBROEK K., VAN DER WAAIJ L. Textbook Animal Breeding and Genetics for BSc Students; Centre for Genetic Resources and Animal Breeding and Genomics Group, University and Research Centre: Wageningen, The Netherlands, 2014; p. 262.

POLLAK E. J., van der WERF J., QUAAS R. L. Selection Bias and Multiple Trait Evaluation 1984 *Journal of Dairy Science*, 67:1590—1595

RÄSÄNEN, K., & KRUUK, L. E. B. Maternal effects and evolution at ecological timescales. *Functional Ecology*, 21(3), 408–421, 2007. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2007.01246.x>

ROBINSON D. L. Models which might explain negative correlations between direct and maternal genetic effects. *Livestock Production Science*, 45:111–122, 1996. doi:10.1016/0301-6226(96)00002-4

RODRIGUES L. M. S., MARTA-COSTA A. A. Competitividade das exportações de carne bovina do Brasil: uma análise das vantagens comparativas. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 59, n. 1, e238883, 2021

ROMÉ H., CHU T. T., MAROIS D., HUANG C. H., MADSEN P. JENSEN J. Estimation and consequences of direct-maternal genetic and environmental covariances in models for genetic evaluation in broilers. *Genetics Selection Evolution*, 55, 58, 2023. <https://doi.org/10.1186/s12711-023-00829-8>

SANTOS, M. M.; COSTA, T. C.; RAMÍREZ-ZAMUDIO, G. D.; NASCIMENTO, K. B.; GIONBELLI, M. P. AND DUARTE, M. S. Prenatal origins of productivity and quality of beef. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 51:e20220061, 2022. <https://doi.org/10.37496/rbz5120220061>

SAS Institute Inc. (2015). *SAS Enterprise Guide 7.1*. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SCHAEFFER L, KENNEDY B. Effects of embryo transfer in beef cattle on genetic evaluation methodology. *Journal of Animal Science*, v.67, p.2536-2543, 1989.

SCHAEFFER, L. R. 2019. Animal Models. Maternal Traits. In: *Volumes Direct*. p. 127–143.

SILVA J. A II. V., RIBEIRO C. B., MAIORANO A.M., HADLICH J. C., CURI R. A. OLIVEIRA H. N., LAMARE M., MEIRELLES, P. R. L. Influência de fatores ambientais sobre pesos pré-desmama de bovinos cruzados Aberdeen Angus x Nelore. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v.16, n.2, p.278-289, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402015000200002>

SOUZA J. C., RAMOS A. A. SILVA L. O. C. EUCLIDES FILHO K., ALENCAR M. M., WECHSLER F. S., Ferraz Filho F. S. Fatores do ambiente sobre o peso ao desmame de bezerros da raça Nelore em regiões tropicais brasileiras. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.30, n.5, p. 881-885, 2000.

SOUZA J. C.1, SILVA L. O. C., GONDO A., FREITAS J. A., MALHADO C. H. M., FILHO P. B. F., SERENO, J. R. B., WEABER, R. L., LAMBERSON W. R. Parâmetros e tendência genética de peso de bovinos criados á pasto no Brasil. *Archivos de Zootecnia*. 60 (231): 457-465. 2011

SUGUISAWA L, MATOS BC, SUGUISAWA JM. Uso da ultrassonografia na avaliação de características de carcaça e de qualidade da carne. In: ROSA, A. DO N., MARTINS EN, MENEZES GRN DE O, SILVA LOC da (Ed.). *Melhoramento genético aplicado em gado de corte: Programa Geneplus-Embrapa*. Brasília, DF: Embrapa, Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2013. Capítulo 9, p. 97-107.

THOMPSON, R., & MEYER, K. A review of theoretical aspects in the estimation of breeding values for multitrait selection. *Livestock Production Science*, 15, 299313, 1986. Toledo, J; C. Qualidade, estrutura de mercado e mudança tecnológica. *Revista de Administração de Empresas*, 30 (3), 1990. <https://doi.org/10.1590/S0034-75901990000300004>

VIU M. A. O., LOPES, D. T., GAMBARINI M. L., OLIVEIRA FILHO B. D., FERRAZ H. T. MAGNABOSCO, C. U., VIU, A. F. M. Efeito da época do parto, idade materna e sexo sobre o desempenho pré-desmama de bezerros Nelore (*Bos taurus indicus*), criados extensivamente no Centro-Oeste do Brasil. *Archives of Veterinary Science*, v. 11, n. 3, p. 75-79, 2006.

WILHAM, R.L. 1972. The role of maternal effects in animal breeding: III. Biometrical aspects of maternal effects in animals. *Journal of Animal Science*, 35: 1288.

YOKOO, M. J. I.; MAGNABOSCO, C. U.; GONZALEZ, R. D. S.; FARIA, C. U.; ARAUJO, F. R. C.; ROSA, G. J. e M.; CARDOSO, F. F.; ALBUQUERQUE, L. G. de. Avaliação genética de características de carcaça utilizando a técnica do ultrassom em bovinos de corte. Embrapa Pecuária Sul, Bagé – RS, 2011.

YOKOO, M. J., ALBUQUERQUE, L. G., BEZERRA, L. A. F., LÔBO, R. B., ARAUJO, F. R. C., SILVA, J. A. V., SAINZ, R. D. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and back fat thickness in Nellore cattle. *Livestock Science*, 117, 147–154, 2008. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1028>

CAPÍTULO 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

As avaliações dos parâmetros genéticos sugeriram que as características de peso e carcaça observadas simultaneamente em bezerros apresentaram estimativas dos coeficientes de herdabilidade que variaram de baixa a moderada. Da mesma forma, as estimativas dos coeficientes de herdabilidade materna para essas mesmas características também se situaram em níveis de baixa a moderada. Na propriedade mencionada, onde os dados foram coletados, existe uma limitação de espaço para a permanência de bezerros e bezerras após o desmame. Devido a isso, a administração optou pela eliminação dos animais que não se mostraram eficientes. A ultrassonografia tem se destacado como uma ferramenta essencial para a tomada de decisões e, com base nas estimativas verificadas, essa abordagem pode ser considerada por outras propriedades que enfrentam desafios semelhantes. As correlações genéticas entre as características de carcaça mostraram-se positivas, evidenciando um grande potencial para a incorporação desse conjunto de características em programas de avaliação genética, visando a seleção antecipada dos animais dentro da população.