

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
CAMPUS TANCREDO DE ALMEIDA NEVES
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE
CARÇA EM UMA BASE DE DADOS DE BOVINOS DA RAÇA SANTA
GERTRUDIS

GIOVANNI COELHO LADEIRA

SÃO JOÃO DEL REI –MG
NOVEMBRO DE 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
CAMPUS TANCREDO DE ALMEIDA NEVES
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE
CARÇA EM UMA BASE DE DADOS DE BOVINOS DA RAÇA SANTA
GERTRUDIS

GIOVANNI COELHO LADEIRA
Zootecnista

SÃO JOÃO DEL REI –MG
NOVEMBRO DE 2018

GIOVANNI COELHO LADEIRA

PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA EM
UMA BASE DE DADOS DE BOVINOS DA RAÇA SANTA GERTRUDIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Zootecnia, da Universidade Federal de São João Del Rei - *Campus* Tancredo de Almeida Neves, como parte das exigências para a obtenção do diploma de Bacharel em Zootecnia.

Comitê de Orientação:

Orientador: Profa. Dra. Leila de Genova Gaya (UFSJ/CTAN)

SÃO JOÃO DEL REI–MG

NOVEMBRO DE 2018

L153p Ladeira, Giovanni Coelho.
PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE
CARÇA EM UMA BASE DE DADOS DE BOVINOS DA RAÇA
SANTA GERTRUDIS / Giovanni Coelho Ladeira ;
orientadora Leila de Genova Gaya. -- São João del
Rei, 2018.
40 p.

Trabalho de Conclusão (Graduação - Zootecnia) --
Universidade Federal de São João del-Rei, 2018.


1. Inferência Bayesiana. 2. Bovinos de corte. 3.
Características de carcaça. 4. Santa Gertrudis. 5.
Longissimus dorsi. I. Gaya, Leila de Genova ,
orient. II. Título.

GIOVANNI COELHO LADEIRA

PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA EM
UMA BASE DE DADOS DE BOVINOS DA RAÇA SANTA GERTRUDIS

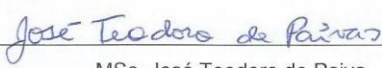
Defesa Aprovada pela Comissão Examinadora em : 14 / 11 / 2018

Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Daniel de Noronha Figueiredo Vieira da Cunha
Universidade Federal de São João Del Rei

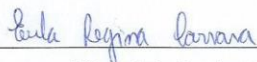
Curso de Bacharelado em Zootecnia/ *Campus* Tancredo de Almeida Neves



MSc. José Teodoro de Paiva

Universidade Federal de Viçosa

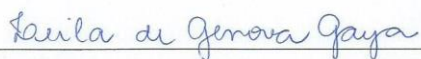
Curso de Bacharelado em Zootecnia/ *Campus* Tancredo de Almeida Neves



MSc. Eula Regina Carrara

Universidade Federal de Viçosa

Curso de Bacharelado em Zootecnia/ *Campus* Tancredo de Almeida Neves



Prof. Dra. Leila de Genova Gaya

Universidade Federal de São João Del Rei

Curso de Bacharelado em Zootecnia/ *Campus* Tancredo de Almeida Neves

Presidente

DEDICATÓRIA

À minha mãe e ao meu pai,
por todos os momentos juntos e amor incondicional.

Ao meu irmão,
por sempre mostrar-me a alegria e a simplicidade da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as bênçãos concedidas a mim e àqueles que amo, por sempre estar presente e me permitir desfrutar de tantos momentos felizes.

Ao meu pai e minha mãe, Sandro e Maria de Fátima, por me ensinarem o valor do perdão, do tempo e o quanto a simplicidade é fundamental para que todos possam ser felizes. Com vocês aprendi o que é ser humano de verdade, aprendi valores que carregarei comigo eternamente e que o importante é ser e fazer as pessoas que amamos felizes. Amo vocês com todo o meu ser. Obrigado!

À minha família incrível que sempre me apoiou, esteve presente, auxiliou e torceu por mim. Saibam que com vocês ao meu lado me sinto bem e a amizade de vocês é fundamental para minha existência.

Ao meu irmão que carrega alegria e energia em sua existência. Obrigado pelo carinho.

Ao Sandro Oliveira e à Marina Souza pelas pessoas excepcionais que são, pela alegria compartilhada e pela compreensão.

À minha namorada, Ana Flávia, por tantos momentos felizes juntos, apoio, incentivo, conselhos e amizade sincera. Ana, sua presença ao longo desses anos foi incrível e fundamental. Com você ao meu lado as dificuldades tornam-se mais suaves. Amo você.

Aos velhos amigos e aos novos pelas felicidades e anseios divididos, pelos conselhos, sinceridade e presença fundamental. A vida com amigos tem significado.

À minha orientadora Profa. Dra. Leila de Genova Gaya, por me mostrar oportunidades até então desconhecidas, pelos valiosos conselhos, orientação, confiança ao realizar trabalhos e paciência. Obrigado pelos momentos vividos, todos eles foram de grande aprendizado.

Aos membros do GMA pelas oportunidades, experiências e aprendizados durante todos esses anos.

Ao José Teodoro de Paiva por toda ajuda, dedicação e disponibilidade no presente trabalho.

Aos professores do curso de zootecnia da UFSJ pelo conhecimento transmitido de forma tão natural, pela convivência harmoniosa, dedicação e alegria que levam ao departamento.

RESUMO

LADEIRA, G. C. **Parâmetros genéticos para características de carcaça em uma base de dados de bovinos da raça Santa Gertrudis**. 2018, 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de São João del Rei, São João del-Rei, 2018.

Objetivou-se com esse trabalho estimar os parâmetros genéticos para as características de carcaça área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e marmoreio (MAR) mensuradas no músculo *Longissimus dorsi* de bovinos da raça Santa Gertrudis criados no Brasil. Foram utilizadas informações de 128 indivíduos presentes no banco de dados e a matriz de parentesco foi composta por 341.950 animais, com informações de mãe (151.620 indivíduos) e pai (190.330 indivíduos). Foi realizada análise genética multicaracterística. Os componentes de (co) variância e os parâmetros genéticos foram estimados pelo método Bayesiano, por intermédio dos *softwares* GIBBS3F90 e POSTGIBBSF90. Considerou-se como efeito sistemático o grupo de contemporâneo e o sexo. A idade à mensuração das características e o peso ao sobreano foram considerados como covariáveis. Os efeitos genéticos aditivos diretos foram considerados como aleatórios. Constatou-se convergência das cadeias através do teste de Raftery e Lewis para todos os parâmetros das características estudadas a 5% de significância estatística. As estimativas de herdabilidades encontradas para as características de área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e marmoreio, com seus intervalos de alta densidade (HPD) associados, foram 0,29 [0,041; 0,688], 0,38 [0,280; 0,480] e 0,23 [0,085; 0,40], respectivamente. As estimativas de correlações genéticas encontradas, com os seus intervalos de alta densidade (HPD) associados, entre AOL e EGS, AOL e MAR e MAR e EGS foram, 0,27 [-0,031; 0,545], -0,27 [-0,820; 0,360] e 0,42 [0,069; 0,750], respectivamente. Recomenda-se a inclusão das características de carcaça analisadas neste estudo em programas de melhoramento a fim de obter melhor produtividade geral nos sistemas de bovinocultura de corte, melhor rentabilidade e maior qualidade sensorial do produto final.

Palavras-chave: Inferência Bayesiana , bovinos de corte, características de carcaça, Santa Gertrudis, *Longissimus dorsi*

ABSTRACT

LADEIRA, G. C. **Genetics parameters for carcass traits in a database of cattle of the breed Santa Gertrudis**. 2018, 40s. Final paper (Undergraduation) - Federal University of São João del Rei, São João DelRei, 2017.

The aim of this study was to estimate genetic parameters for the traits of rib eye area (REA), back fat thickness (BF) and marbling (MRB) measured in *Longissimus dorsi* muscle of Santa Gertrudis breed individuals created in Brazil. Data from 128 individuals in the database were used and the kinship matrix was composed of 341,950 animals, with information from the dam (151,620 individuals) and the sire (190,330 individuals). Multitrait analyzes were performed. The (co) variance components and the genetic parameters were estimated by the Bayesian method, through the softwares GIBBS3F90 and POSTGIBBSF90. Were considered as fixed effects the contemporary group and sex. Age at measurement of the traits and weight at one year and a half were added as covariates. Direct additive genetic effects were added as random. Convergence was tested and confirmed by the Raftery and Lewis test for all parameters of all traits studied at 5% significance. The estimates of heritabilities found for traits of rib eye area, back fat thickness and marbling with their associated highest posterior density (HPD) were 0.29 [0.041; 0.688], 0.38 [0.280; 0.480] and 0.23 [0.085; 0.40], respectively. Estimates of genetic correlations found, with associated highest posterior density (HPD), between REA and BF, REA and MRB and MRB and BF were, 0.27 [-0.031; 0.545], -0.27 [-0.820; 0.360] and 0.42 [0.069; 0.750], respectively. It is recommended to include the carcass traits analyzed in this study in breeding programs in order to obtain better overall productivity for beef cattle systems, better yield and higher sensorial quality of the final product.

Key-words: Bayesian inference, beef cattle, carcass traits, Santa Gertrudis, *Longissimus dorsi*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de observações (N), média (M), coeficiente de variação (CV), mínimo (MIN) e máximo (MAX) das características analisadas.

Tabela 2. Estimativas dos componentes de variância genética aditiva direta (σ^2_a) e residual (σ^2_e) para características de carcaça obtidas por meio de análise multicaracterística através do programa GIBBS3F90.

Tabela 3. Estimativas dos componentes de covariância aditiva direta para características de carcaça obtidas por meio de análise multicaracterísticas, através do programa GIBBS3F90.

Tabela 4. Estimativas das médias *a posteriori*, desvios-padrão (DP) e intervalos de alta densidade a 95% (HPD) das herdabilidades direta (h^2_d) das características estudadas, obtidas através do programa GIBBS3F90.

Tabela 5. Estimativas *a posteriori*, desvios-padrão (DP) e intervalos de alta densidade a 95% (HPD) das correlações genéticas (r_g) entre características de carcaças obtidas através do programa GIBBS3F90.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 14 |
| 2.1 Estatísticas e importância da pecuária de corte..... | 14 |
| 2.2 A raça Santa Gertrudis | 15 |
| 2.3 Ultrassonografia | 16 |
| 2.4 Área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e marmoreio | 16 |
| 2.5 Inferência Bayesiana | 18 |
| 2.6 Parâmetros Genéticos | 18 |
| 3. HIPÓTESES | 19 |
| 4. OBJETIVO GERAL | 20 |
| 4.1 Objetivos específicos | 20 |
| 5. MATERIAL E MÉTODOS | 20 |
| 5.1 Origem dos dados | 20 |
| 5.2 Análises estatísticas | 21 |
| 5.3 Análises genéticas | 22 |
| 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 23 |
| 6.1 Estatística descritiva | 23 |
| 6.2 Componentes de (co) variância | 25 |
| 6.3 Parâmetros genéticos | 27 |
| 7. CONCLUSÃO | 32 |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 34 |

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta elevada produção de carne bovina e segundo o Mapa (2016) continua despontando como grande fornecedor de proteína animal para o mundo. Apesar da elevada produção quando comparada às de outros países, segundo Dias-filho (2014) a produtividade da pecuária brasileira ainda é baixa e destaca que elevá-la é questão de sobrevivência para quem deseja seguir na atividade. Para que a pecuária nacional torne-se mais competitiva, rentável e produtiva perante o mercado mundial de carnes é necessário que haja conhecimento e combinações adequadas entre sistemas produtivos e tecnologias disponíveis.

As estimativas de parâmetros genéticos auxiliam na decisão dos critérios de seleção, porém podem variar para a mesma característica conforme a população e as condições ambientais. Portanto, os parâmetros tornam-se mais eficientes para o processo de melhoramento animal quanto mais próximo do sistema de produção a população para a qual eles forem estimados estiver. É importante que o pecuarista tenha informações confiáveis sobre os materiais genéticos disponíveis no mercado a fim de escolher o que melhor o atenda, associá-lo ao manejo adequado e conseguir de fato melhora produtiva e de qualidade.

A Santa Gertrudis é considerada a primeira raça bovina sintética formada nas Américas com base no cruzamento entre taurinos e zebuínos, com a composição racial 5/8 Shorthorn e 3/8 Brahman (Absg, 2018). A formação e o desenvolvimento da raça teve e ainda tem como objetivo a produção econômica de carne, porém, é pouco conhecida quando comparada a outras raças e, portanto, subutilizada no cenário nacional.

A utilização adequada da genética Santa Gertrudis pode contribuir para que o Brasil se aproxime do seu potencial máximo de produção. A Santa Gertrudis chama a atenção devido aos seus índices produtivos, mas ainda é uma raça pouco estudada no

Brasil. Há possibilidade que a raça seja capaz de impactar positivamente em maior escala a pecuária nacional. Portanto, faz-se necessário estimar parâmetros genéticos para características de carcaça de indivíduos da raça Santa Gertrudis criados no Brasil a fim de auxiliar a condução e evolução de programas de melhoramento genético envolvendo a raça.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Estatísticas e importância da pecuária de corte

Segundo Carvalho & Zen (2017), as atividades relativas à pecuária bovina de corte possuem destaque, devido ao Brasil ser o segundo maior produtor e o maior exportador mundial de carne bovina. O país tem como forte característica a elevada influência do agronegócio sobre sua economia e destaca-se que somente a pecuária em 2015 foi responsável por 6,25% do PIB brasileiro (Cepea, 2016). No mesmo ano, a produção no país foi de 9,2 milhões de toneladas de carne (Mapa, 2016). Esses índices reforçam a importância da bovinocultura de corte para o Brasil, bem como a marcante presença do país no mercado mundial de carnes. Já no primeiro trimestre de 2017 foram abatidas 7,37 milhões de cabeças de bovinos sob algum tipo de serviço de inspeção sanitária e esse volume configurou aumento de 0,7% comparado ao ano imediatamente anterior segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Ibge, 2017). Ainda no primeiro trimestre de 2017, as exportações brasileiras de carne bovina *in natura* apresentaram aumento tanto em volume como em faturamento no comparativo com o trimestre imediatamente anterior (Ibge, 2017).

O aumento do número de abates pode estimular pecuaristas a investirem no setor. Esses buscam, principalmente, melhorar a qualidade da carne, elevar o ganho de peso médio do rebanho e otimizar os rendimentos das carcaças, uma vez que a carne é o produto de maior interesse e valor agregado para os abatedouros.

Sabe-se que alguns mercados importadores pagam pela qualidade do produto adquirido. Nesse sentido, as características da carcaça como peso, rendimento, acabamento e conformação são determinantes do preço obtido pela venda das carcaças (Missio et al., 2010). Dessa forma tornam-se importantes estudos sobre características de

carcaças, principalmente envolvendo raças com potencial produtivo para volume e qualidade.

2.2 A raça Santa Gertrudis

A Santa Gertrudis foi desenvolvida no sul dos Estados Unidos, no Texas, às margens do rio Santa Gertrudis, com o objetivo de atender aos anseios dos consumidores e dar lucro para os pecuaristas. Essa raça busca rusticidade e ganho de peso, que são importantes critérios de seleção aplicados ao melhoramento genético de bovinos de corte (Alencar & Barbosa, 2010). É rústica, precoce, com excelente ganho de peso e habilidade materna, características fundamentais para o desenvolvimento de uma raça de corte no Brasil e diretamente relacionadas com eficiência produtiva e reprodutiva (Absg, 2018).

Coutinho Filho et al. (2006) consideram o ganho de peso médio diário por machos da raça Santa Gertrudis não-castrados excelente (média de 1,80kg/dia), recebendo ração com 80% de concentrado. Como comparação, segundo os mesmos autores, animais Aberdeen Angus confinados recebendo 85% de concentrado apresentaram ganho de peso diário médio de 1,69kg. Outra característica considerada pelos autores foi a conversão alimentar, os quais constataram que novilhas Santa Gertrudis necessitam de 7,18 kg de matéria seca para depositar 1 kg de peso vivo. Resultados ainda melhores foram reportados por Henrique et. al (1998), que registraram que novilhas Santa Gertrudis ao sobreano necessitam de 6,75 kg de matéria seca para depositar 1 kg de peso vivo. Coutinho Filho et al. (2006) destacam o rendimento de carcaça de 55,61 e 52,75% para machos não castrados e para novilhas, respectivamente. Com números surpreendentes, a qualidade e o potencial da raça Santa Gertrudis ganham atenção. Entretanto, entende-se que ainda são escassos os trabalhos no Brasil envolvendo essa raça e diversos estudos ainda devem ser realizados a fim de aperfeiçoar a produção nacional de carne, bem como a rentabilidade da produção de bovinos Santa Gertrudis.

2.3 Ultrassonografia

A avaliação por imagem deve priorizar características com relevância econômica para o produtor e que atendam a indústria e o consumidor final, ou seja, variáveis que assumam papel de importância no programa de melhoramento genético através da seleção direta ou indireta. Os registros fenotípicos, quando confiáveis e possível, devem ser inseridos na avaliação genética do indivíduo. A técnica de ultrassonografia apresenta dentre seus principais pontos positivos, a avaliação de características de carcaça *in vivo* e a possibilidade de mensuração em animais pré-púberes que possibilitam, principalmente, a manutenção do material genético durante a vida reprodutiva do indivíduo e a geração de informação precoce, com impactos consideráveis na redução do intervalo de gerações.

Polizel Neto et al. (2009) constataram que as medidas obtidas por ultrassom são correlacionadas com as obtidas diretamente na carcaça, esses autores registraram valores de 0,47 e 0,64 para as correlações entre as medidas ultrassônicas e na carcaça para as características área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea, respectivamente. Segundo Taveira et al. (2016) a ultrassonografia para avaliação de carcaça consolidou-se como técnica viável, não invasiva, não destrutiva, acurada e de custo aceitável. Outras técnicas apresentam desvantagens, sendo onerosas ou estão sujeitas a erros graves, decorrentes principalmente da subjetividade de cada avaliador (Silva et al., 2011).

2.4 Área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e marmoreio

A área de olho de lombo é positivamente correlacionada com a musculosidade total do animal, além de ser boa indicadora de rendimento de cortes nobres (Polizel Neto et al., 2009). A área de olho de lombo pode ser mensurada diretamente na carcaça, fazendo-se necessário, então, o abate do animal com conseqüente perda de material genético. Porém, existe uma forma mais viável para realizar essa mensuração, com foco em melhoramento animal, através de ultrassonografia, conferindo segurança às

estimativas e preservando o material genético. Ao trabalhar com novilhos superprecoces, sendo 6 Nelores e 6 F1 Brangus x Nelore, Polizel Neto et al. (2009) constataram que o perímetro e a largura do *Longissimus dorsi* podem ser utilizados como indicadores de área de olho de lombo devido, as altas correlações positivas.

Ao trabalharem com a raça Santa Gertrudis, Koury Filho et al. (2010) chegaram aos valores de herdabilidade direta de 0,23; 0,25 e 0,23 para peso, precocidade e musculatura, respectivamente. Esses valores demonstram que a seleção de indivíduos pode gerar resultados para as características citadas acima, porém a viabilidade de seleção direta para essas características pode ser discutida. Lima Neto et al. (2009), ao trabalharem com animais da raça Guzerá, registraram correlação genética entre área de olho de lombo e peso corporal de 0,79, o que também indica que a seleção direta para a área de olho de lombo pode resultar em animais com maior peso médio. Portanto, devido a correlação de moderada a alta entre área de olho de lombo e peso corporal é possível que a seleção para peso se dê considerando os registros da área de olho de lombo mensurados por meio da ultrassonografia. Esse processo pode proporcionar maior ganho de peso ao longo das gerações, agregar maior confiabilidade à seleção devido a maior segurança associada aos registros fenotípicos e pode fornecer informações mais precisas sobre os cortes nobres em comparação com a classificação visual.

A espessura de gordura subcutânea é positivamente correlacionada ao total de gordura corporal e negativamente correlacionada à porcentagem de cortes desossados (Silva et al., 2006). Ao trabalharem com a raça Brangus, Dibiasi et al. (2010) estimaram correlações genéticas entre características de carcaça, e encontraram correlações médias de 0,327; 0,376 e 0,217 ($p < 0,01$) para 141 animais, para escores visuais de musculatura e área de olho de lombo, precocidade e espessura de gordura subcutânea, e precocidade e marmoreio, respectivamente. Essas correlações indicam possibilidade de seleção indireta

através das características de carcaça, sendo que tais variáveis podem ser mensuradas com boa precisão e confiabilidade através da ultrassonografia quando comparada ao método de avaliação visual.

2.5 Inferência Bayesiana

Segundo Toral et al. (2007), a inferência Bayesiana apresenta fundações teóricas consistentes e pode ser usada para analisar populações submetidas a seleção baseada no valor genético predito por BLUP ou no valor fenotípico. A inferência Bayesiana pode ser utilizada para estimar componentes de (co) variância com boa acurácia.

Os métodos Bayesianos baseiam-se no ajustamento de um modelo probabilístico a um conjunto de observações, resumindo os resultados numa distribuição de probabilidade atribuída aos parâmetros do modelo (inferência) ou a dados não observados (predição) (Paiva, 2014). Segundo o mesmo autor, ao utilizar o maior número possível de informações disponíveis, através da influência da distribuição *a priori* sobre a distribuição *a posteriori*, há enriquecimento da inferência e utiliza-se da probabilidade como medida condicional da incerteza.

Ainda segundo Toral et al. (2007), as estimativas dos erros associado aos componentes de (co) variância encontradas através da inferência Bayesiana podem ser menores do que ao utilizar o método de Máxima Verossimilhança Restrita (REML), devido a influência da distribuição *a priori* sobre os componentes de distribuição *a posteriori*, de forma que quanto menor o número de animais envolvidos na análise mais evidente é a diferença.

2.6 Parâmetros genéticos

O melhoramento genético tem como uma de suas principais diretrizes a seleção de reprodutores, geneticamente avaliados. Os parâmetros genéticos são de extrema importância, pois, entre outros fatores, viabilizam a avaliação genética devido às

estimativas de herdabilidade e correlações genéticas referentes às características de interesse. Segundo Yokoo et al. (2007) os parâmetros genéticos podem sofrer alterações em consequência de seleção, mudanças no manejo, métodos e modelos de estimação, entre outras causas. Destaca-se que a herdabilidade e a correlação genética referem-se às características, são estimadas por meio dos componentes de variâncias, que são específicos de cada população, e, portanto, as estimativas dos parâmetros genéticos são inerentes a determinada população.

A herdabilidade direta (h^2_d) é um parâmetro genético capaz de informar o quanto da variação fenotípica total é devida à ação média aditiva direta dos genes. Desta forma, sua principal função é seu caráter preditivo, que expressa o grau de confiança do valor fenotípico como indicador do valor genético do animal (Paiva, 2014).

A correlação genética (r_g) permite a compreensão do sentido e da magnitude da associação genética entre características duas a duas ou entre uma mesma variável em momentos distintos. Mede a probabilidade de duas características diferentes serem afetadas pelos mesmos genes, ou seja, é a correlação entre o valor gênico de duas características (Pereira, 2008).

3 HIPÓTESES

- Existe variabilidade genética aditiva para as características de carcaça área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e marmoreio em uma população de bovinos Santa Gertrudis.

- Existe correlação e ganho genético associado entre as características de carcaça área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea, área de olho de lombo e marmoreio e espessura de gordura subcutânea e marmoreio em uma população de bovinos Santa Gertrudis.

4 OBJETIVO GERAL

Estimar parâmetros genéticos para as características de carcaça área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e marmoreio de bovinos da raça Santa Gertrudis criados no Brasil, a fim de auxiliar a condução e evolução do programa de melhoramento genético nessa população.

4.1 Objetivos específicos

- Estimar os componentes de (co) variância das variáveis avaliadas através da inferência Bayesiana, com o propósito de estimar suas herdabilidades e correlações genéticas.

- Recomendar critérios e estratégias de seleção direta e indireta para esta população, considerando impactos nos ganhos genéticos para as características estudadas.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Origem dos dados

Os dados utilizados neste estudo foram fornecidos pelo Grupo de Melhoramento Animal e Biotecnologia (GMAB) da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo – FZEA/USP, com número total de 128 registros de bovinos de corte da raça Santa Gertrudis, nascidos nos anos de 2006 e 2007. Os dados foram coletados em 9 propriedades distribuídas pelo Brasil. A matriz de parentesco foi composta por 341.950 animais, com informações de mãe (151.620 indivíduos) e pai (190.330 indivíduos).

As informações contidas na base de dados e utilizadas foram: identificação individual, estação de nascimento, controle genealógico, composição genética racial,

sexo, data de nascimento do animal, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea, marmoreio, regime alimentar referentes às idades ao realizar as mensurações de características de carcaça, peso ao sobreano, regime alimentar ao sobreano, fazenda de nascimento, fazenda de desmama, fazenda de terminação.

O estudo conduzido abordou as variáveis:

- Área de olho de lombo (AOL): refere-se a área observada na imagem coletada por ultrassom, entre a 12° e a 13° costelas, transversal ao músculo *Longissimus dorsi*, em cm².
- Espessura de gordura subcutânea (EGS): refere-se a espessura de gordura subcutânea observada na imagem coletada por ultrassom, entre a 12° e a 13° costelas, transversal ao músculo *Longissimus dorsi*, em mm.
- Marmoreio (MAR): refere-se ao teor de gordura intramuscular observada na imagem coletada por ultrassom, entre a 12° e a 13° costelas, transversal ao músculo *Longissimus dorsi*, em porcentagem.

5.2 Análises estatísticas

Os dados foram processados no Laboratório de Melhoramento Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de São João del-Rei, em São João del-Rei – MG. Utilizou-se o *software R* (*R Core Team*, 2018) para realizar a análise de consistência dos dados a fim de eliminar informações pouco confiáveis ou incoerentes. Essa etapa eleva a confiabilidade das informações e dos resultados, é, portanto, essencial.

Também por intermédio do *software R* (*R Core Team*, 2018) foram calculadas as estatísticas descritivas das características estudadas (número de observações, média, desvio-padrão, coeficiente de variação, valores mínimo e máximo). Os valores fora da

amplitude de mais ou menos 3 desvios-padrão ($\bar{x} \pm 3\sigma$) em torno da média para cada característica estudada não foram considerados nas análises.

5.3 Análises genéticas

Foi realizada análise multicaracterística considerando o seguinte modelo:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Za} + \mathbf{e}$$

Em que:

\mathbf{y} , é o vetor dos fenótipos assumidos como: $\mathbf{y}|\mathbf{b},\mathbf{a},\mathbf{G}_0,\mathbf{R}_0 \sim N(\mathbf{Xb}+\mathbf{Za}, \mathbf{R}_0 \otimes \mathbf{I})$;

\mathbf{b} , é o vetor de efeitos sistemáticos assumidos como: $\mathbf{b} \sim N(\mathbf{0}, \Sigma_b \otimes \mathbf{I})$;

\mathbf{a} , é o vetor de efeitos aleatórios genéticos aditivos assumidos como: $\mathbf{a}|\mathbf{G}_0,\mathbf{A} \sim N(\mathbf{0}, \mathbf{G}_0 \otimes \mathbf{A})$;

\mathbf{X} , é a matriz de incidência de efeitos sistemáticos;

\mathbf{Z} , é a matriz de incidência de efeitos aleatórios genéticos aditivos;

\mathbf{e} , é o vetor dos efeitos residuais aleatórios assumidos como: $\mathbf{e}|\mathbf{R}_0 \sim N(\mathbf{0}, \mathbf{R}_0 \otimes \mathbf{I})$.

Testaram-se os efeitos sistemáticos de estação, dividida em seca e chuvosa, e regime alimentar, dividido em pastejo e pastejo com suplementação, relatados no momento da mensuração para montagem dos grupos de contemporâneos. O nível de significância adotado foi de 5% e a avaliação dos efeitos sistemáticos e das covariáveis foi realizada por meio do método de modelos lineares do *software R* (*R Core Team*, 2018). Também foram consideradas a viabilidade de cada GC formado, de forma que os grupos de contemporâneos considerados foram aqueles que apresentaram três ou mais indivíduos. Houve a formação de seis grupos de contemporâneos para cada característica estudada.

Considerou-se como efeitos sistemáticos o grupo de contemporâneo e o sexo. A idade à mensuração das características e peso ao sobreano (idade média de 596 dias) foram considerados como covariáveis. Os efeitos genéticos aditivos diretos foram considerados como aleatórios. Foram utilizadas estimativas de herdabilidades e correlações genéticas, por meio de metanálise, para compor a *priori* informativa da análise multicaracterística.

Os componentes de (co) variância e os parâmetros genéticos foram estimados pelo método Bayesiano, por intermédio dos *softwares* GIBBS3F90 e POSTGIBBSF90 desenvolvidos por Misztal et al. (2002).

Para definir a quantidade ideal de iterações necessárias para que o Amostrador de Gibbs apresentasse convergência à distribuição estacionária, foi utilizado o critério de Raftery & Lewis nas amostras pilotos. Para realizar a análise multicaracterística foram utilizadas um número total de 500.00 cadeias, 150.000 iterações iniciais descartadas (*burn-in*), as distâncias mínimas de uma iteração à outra (*thin*) foram de 10 iterações e o total de amostras foi de 35.000 para cada característica incluída na análise.

Utilizou-se os testes de convergência Raftery e Lewis e Geweke através do pacote *Bayesian Output Analysis Program* – BOA (Smith, 2007) por intermédio do *software R* (*R Core Team*, 2018). Por meio destes, detectou-se a convergência para todos os parâmetros das características estudadas. Os testes foram realizado ao nível de 5% de significância estatística.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Estatísticas descritivas

As estatísticas descritivas das características estudadas são apresentadas na Tabela 1. A média da característica AOL está próxima às médias reportadas por Reverter et al. (2000), Macneil & Northcutt (2008), Boerner et al. (2014) e Moraes et al. (2017) que

variaram de 65,80 a 81,30 cm² ao trabalharem com indivíduos das raças Hereford, Angus, Brahman e Nelore, respectivamente. A média da característica EGS está próxima das reportadas por Reverter et al. (2000), Lima Neto et al. (2009) e Yokoo et al. (2010), que variaram de 1,93 a 3,01 mm ao trabalharem com animais das raças Angus, Guzerá e Nelore, respectivamente. Entre os métodos utilizados para estimar alguns desses valores está a inferência Bayesiana. Em relação a característica MAR a média estimada é próxima das reportadas por Reverter et al. (2000), Macneil & Northcutt (2008) e Moraes et al. (2017) que variaram de 1,95 a 3,73 % ao trabalharem com animais da raça Angus, Angus e Nelore, respectivamente. Portanto, as médias estimadas para as características citadas encontram-se de acordo com a literatura e dentro dos limites biológicos.

Tabela 1 – Número de observações (N), média (M), coeficiente de variação (CV), mínimo (MIN) e máximo (MAX) das características analisadas

| Características | N | M | CV (%) | MIN | MAX |
|------------------------|----------|----------|---------------|------------|------------|
| AOL (cm ²) | 126 | 66,52 | 21,99 | 30,96 | 113,28 |
| EGS (mm) | 125 | 2,89 | 54,33 | 1,43 | 8,71 |
| MAR (%) | 127 | 1,80 | 44,44 | 0,48 | 3,74 |

AOL= área de olho de lombo, EGS= espessura de gordura subcutânea, MAR= marmoreio.

O coeficiente de variação estimado para a característica AOL está próximo aos reportados por Zuin et al. (2012), Faria et al. (2015) e Guimarães (2016) que variaram de 17,85 a 20,20% ao trabalharem com a raça Nelore. O CV estimado para EGS está próximo

aos reportados por Lima Neto et al. (2009), Faria et al. (2015) e Guimarães (2016) que variaram de 31,60 a 62,60% ao trabalharem com as raças Guzerá, Nelore e Nelore, respectivamente. Entre os autores citados, Faria et al. (2015) utilizaram a Inferência Bayesiana. Ressalta-se a escassez de estimativas de CV para a característica MAR na literatura e o baixo registro de estudos sobre características de carcaça em bovinos da raça Santa Gertrudis criados no Brasil. Os coeficientes de variação estimados para as características de carcaça indicam variação recorrente e semelhante a outras populações de bovinos, o que permite inferir sobre a adequada coleta das informações de campo utilizadas nesse estudo.

6.2 Componentes de (co) variância

As estimativas dos componentes de variância e covariância genéticas encontrados para as características avaliadas são apresentadas nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

As variâncias genéticas aditivas diretas (σ_a^2) estimadas para as características analisadas foram estatisticamente significativas ao nível de 5% e indicam possibilidade de seleção, progresso genético e, portanto, esse parâmetro associado à variabilidade fenotípica total pode ser utilizado para auxiliar tomadas de decisões e estratégias de melhoramento genético. Altas variâncias genéticas aditivas podem ser consideradas positivas para o melhoramento genético animal devido às oportunidades diversas de seleção e suas consequências positivas como, por exemplo, permitir maior resposta à seleção.

Tabela 2 – Estimativas dos componentes de variância genética aditiva direta (σ^2_a) e residual (σ^2_e) para características de carcaça obtidas por meio de análise multicaracterística através do programa GIBBS3F90

| Características | σ^2_a (DP) | HPD(95%) | σ^2_e (DP) | HPD(95%) |
|------------------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|------------------|
| AOL | 61,029(43,55) | [8,183;152,700] | 146,110(42,80) | [53,590;221,100] |
| EGS | 4,961(0,95) | [3,264; 6,922] | 8,172(1,24) | [5,895; 10,690] |
| MAR | 15,633(6,76) | [5,525; 29,400] | 53,808(9,24) | [36,090; 72,350] |

AOL= área de olho de lombo, EGS= espessura de gordura subcutânea, MAR = marmoreio, DP= desvio-padrão; HPD (95%) = intervalo de alta densidade.

A covariância indica o sentido e a proporcionalidade de variação entre duas características. Ao conhece-la é possível entender e projetar o comportamento de determinada variável associando-a a variação de outra característica. As estimativas dos componentes de covariância genética entre AOL e EGS, e AOL e MAR descritas não se diferem significativamente de zero, ao nível de 5%, para a população de bovinos considerada. É válido ressaltar que o número de registros utilizados foi relativamente baixo e, isso pode ser uma das causas da não significância para as covariâncias entre as características supracitadas. Entretanto, a covariância genética entre EGS e MAR é positiva e estatisticamente significativa ao nível de 5 %, portanto espera-se que o incremento em uma variável esteja associado ao aumento da outra característica.

Tabela 3 – Estimativas dos componentes de covariância genética para características de carcaça obtidas por meio de análise multicaracterística através do programa GIBBS3F90

| Características | AOL(DP) [HPD 95%] | EGS(DP) [HPD 95%] |
|------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| EGS | 4,604(3,69) [-1,158;12,830] | - |
| MAR | -9,302(13,08) [-39,100;13,340] | 3,490(1,59) [0,223; 6,684] |

AOL= área de olho de lombo, EGS= espessura de gordura subcutânea, MAR= marmoreio; DP= desvio-padrão; HPD (95%) = intervalo de alta densidade.

6.3 Parâmetros genéticos

Os valores estimados para herdabilidade direta (h^2_d) e correlação genética (r_g) para as características avaliadas apresentam-se nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

Tabela 4 – Estimativas das médias *a posteriori*, desvios-padrão (DP) e intervalos de alta densidade a 95% (HPD) das herdabilidades direta (h^2_d) das características estudadas, obtidas por meio do programa GIBBS3F90

| Características | h^2_d (DP) | HPD (95%) |
|------------------------|--------------------------------|------------------|
| AOL | 0,291(0,19) | [0,041; 0,688] |
| EGS | 0,378(0,05) | [0,280; 0,480] |
| MAR | 0,225(0,08) | [0,085; 0,40] |

AOL= área de olho de lombo, EGS= espessura de gordura subcutânea, MAR= marmoreio.

Tabela 5 – Estimativas a posteriori, desvios- padrão (DP) e intervalos de alta densidade a 95% (HPD) das correlações genéticas (r_g) entre características de carcaças obtidas por meio do programa GIBBS3F90

| Características | AOL(DP) [HPD 95%] | EGS(DP) [HPD 95%] |
|------------------------|------------------------------|----------------------------|
| EGS | 0,265(0,14) [-0,031; 0,545] | - |
| MAR | -0,271(0,32) [-0,820; 0,360] | 0,420(0,18) [0,069; 0,750] |

AOL= área de olho de lombo, EGS= espessura de gordura subcutânea, MAR= marmoreio.

A estimativa de herdabilidade direta encontrada para AOL está próxima às reportadas por Toral et al. (2011), Faria et al. (2015), Yokoo et al. (2015) e Moraes et al. (2017) que variaram de 0,21 a 0,46 ao trabalharem com as raças Hereford e Nelore e utilizando também a inferência Bayesiana. A estimativa de herdabilidade direta de 0,29 para a característica AOL indica a variabilidade desta característica atribuída ao efeito genético aditivo médio dos genes. Nesse contexto, entende-se que pode-se obter progresso genético para área de olho de lombo, obtida por ultrassonografia, como critério de seleção. Segundo Arboitte et al. (2004), o tamanho dos músculos está diretamente associado com o peso ao abate, portanto boa resposta a seleção para AOL pode resultar em seleção indireta para ganho de peso médio ao abate.

Segundo Pereira (2008), em geral, herdabilidades acima de 0,3 podem ser consideradas altas. A literatura consultada apontou com frequência valores de herdabilidade acima de 0,3 para características de carcaça. O valor estimado de herdabilidade direta para EGS foi de 0,38 e pode ser considerado alto. Ao compararmos com os valores registrados por Toral et al. (2011), Faria et al. (2015), Yokoo et al. (2015)

e Moraes et al. (2017) que variaram de 0,17 a 0,59 ao trabalharem com as raças Hereford e Nelore e utilizarem o método de inferência Bayesiana torna-se claro a possibilidade de progresso genético para a característica e a conformidade com a literatura. A existência de variação genética aditiva estimada indica que a característica EGS pode ser usada como critério de seleção para a população estudada e pode alcançar progresso genético. Segundo Silva et al. (2011), baixo grau de acabamento na carcaça pode provocar, durante o resfriamento, maior perda de peso da carcaça por desidratação com conseqüente escurecimento da carne e o encurtamento dos sarcômeros, resultando em carne mais dura. Segundo Arboitte et al. (2004) o grau de acabamento influencia os aspectos sensoriais da carne e também é fundamental para evitar escurecimento dos músculos externos durante o resfriamento por reduzir a perda de água. Segundo Di Marco et al. (2007), do ponto de vista de produção de carnes, interessa, entre outros, o depósito de tecido adiposo subcutâneo e intramuscular. Nesse contexto, fica evidente a importância das características espessura de gordura subcutânea e marmoreio para o sistema produtivo de carne nacional, bem como a possibilidade de melhoramento da variável.

A estimativa de herdabilidade direta encontrada para a característica MAR está próxima das descritas por Reverter et al. (2000), Stelzleni et al. (2002), Macneil & Northcutt (2008) e Wolcott et al. (2009), que variaram de 0,16 a 0,26 ao trabalharem com indivíduos Angus, Brangus, Angus e Brahman, respectivamente. A estimativa de h^2_d encontrada neste estudo pode ser considerada de baixa a média, inferindo-se, portanto, que a genética aditiva é responsável por uma parte relativamente pequena da variação total da característica e, esta, considerando também a sua variabilidade, é passível de seleção. Então, torna-se possível o aumento do valor genético médio da população de animais da raça Santa Gertrudis para a variável marmoreio e o resultado pretendido é a maior capacidade genética do rebanho de produzir carne com melhor qualidade relativa

aos aspectos sensoriais. Segundo Neves (2012) houve aumento da preocupação do consumidor brasileiro com a qualidade do produto e na demanda por proteína de origem animal com maior valor agregado. A utilização da característica marmoreio, mensurada através de ultrassonografia, como método de seleção pode ajudar o pecuarista a entrar, gradativamente, em um nicho de mercado mais exigente e com consumidores de produtos com maior valor agregado. A correlação genética entre duas características indica a extensão em que os mesmos genes afetam a expressão de duas variáveis. Esse parâmetro genético tem importância prática, principalmente, devido à resposta correlacionada. Segundo Pereira (2008) a resposta correlacionada pode ser compreendida como a variação em uma característica devido a seleção direta para outra característica correlacionada.

As correlações genéticas estimadas descritas entre AOL e EGS, e AOL e MAR não diferiram significativamente de zero, ao nível de 5%, para a população de bovinos considerada. Porém, Caetano et al. (2013), Yokoo et al. (2015) e Guimarães (2016) reportaram correlações genéticas (r_g) positivas entre AOL e EGS ao trabalharem com animais da raça Nelore. Toral et al. (2011) também reportaram estimativas positivas para esse parâmetro relacionado a AOL e EGS ao trabalharem com animais cruzados Hereford e Nelore e utilizarem a inferência Bayesiana. Em relação à correlação genética entre AOL e MAR, Stelzleni et al. (2002), Miar et al. (2013) e Lee et al. (2014) reportaram valores negativos ao trabalharem com indivíduos Brangus, cruzados ($\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Hereford) e Hanwoo, respectivamente. No presente estudo a não significância das estimativas das correlações genéticas entre AOL e EGS e AOL e MAR pode estar associada ao número relativamente baixo de informações observadas na população sob análise, entretanto essas estimativas são importantes para a população de Santa Gertrudis criada no Brasil devido, principalmente, a escassez de informações sobre a raça em território nacional. A

estimativa para correlação genética (r_g) estimada para EGS e MAR foi de 0,42, estatisticamente significativa ao nível de 5% e próxima às reportadas por Riley et al. (2002), Miar et al. (2013) e Lee et al. (2014) que variaram de 0,27 a 0,38 ao trabalharem com indivíduos Brahman, cruzados ($\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Hereford) e Hanwoo, respectivamente. Arnold et al. (1991) obtiveram estimativa positiva de 0,19 para correlação genética entre EGS e MAR ao trabalharem com animais da raça Hereford. Di Marco et al. (2007) relatam que o aumento da espessura de gordura subcutânea resulta em maior deposição de gordura intramuscular. A correlação genética positiva entre EGS e MAR é esperada já que ambas as características estão associadas à deposição de gordura.

Segundo Donicht (2011), a deposição de tecido adiposo em ruminantes segue a sequência: gordura interna, intermuscular, subcutânea e por fim a gordura intramuscular. A ordem de deposição de gordura, por si só, é uma forma de relação fisiológica entre as características espessura de gordura subcutânea e marmoreio que pode contribuir para a correlação genética entre EGS e MAR. Smith & Crouse (1984), avaliando novilhos Angus em crescimento, observaram, usando U14C (isótopos estáveis), que o acetato e o lactato foram mais incorporados ao tecido adiposo subcutâneo que no intramuscular. Portanto, as deposições de gordura subcutânea e intramuscular (marmoreio) estão associadas metabolicamente a ácidos graxos em comum e, essa relação pode explicar em parte a correlação genética estimada entre as características EGS e MAR.

A seleção de reprodutores pode ser feita com diferentes estratégias e características consideradas, porém, vale ressaltar que a eficiência de seleção é inversamente proporcional ao número de características que são foco de seleção direta no programa de melhoramento. Por meio da seleção indireta é possível reduzir o número de variáveis abordadas diretamente, favorecendo a resposta a seleção de modo geral. Segundo Pereira (2008), a seleção indireta consiste na seleção direta de uma característica

buscando-se ganho em outra característica relacionada e torna-se mais eficiente quanto maior for a correlação genética entre as duas características, dentre outros fatores. Portanto, o uso da correlação permite reduzir o número de variáveis abordadas diretamente, favorecendo a resposta a seleção de modo geral. Os resultados das correlações genéticas estimadas neste trabalho indicam que ao selecionar para espessura de gordura subcutânea (EGS) espera-se ganho para o aumento da deposição de gordura intramuscular (marmoreio). Devido, principalmente, a herdabilidade moderada, correlação genética positiva e estatisticamente significativa, ao nível de 5%, entre EGS e MAR, confiabilidade e praticidade agregada aos registros feitos por ultrassom, é recomendado o uso da variável EGS como critério de seleção para a população analisada. Em teoria, ao adotar essa estratégia espera-se que a média da população aumente para EGS e MAR, por consequência, melhore a qualidade do produto final, consolidação mercadológica e a liquidez do sistema produtivo.

7. CONCLUSÃO

Por meio dos parâmetros genéticos estimados pode-se inferir que a população analisada, composta por animais da raça Santa Gertrudis, é passível de seleção direta para as características de carcaça: área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e marmoreio. Nessa população, a resposta à seleção para essas características pode gerar melhor qualidade relativa aos aspectos sensoriais do produto final, incremento de produtividade por indivíduo e maior faturamento para o produtor ao comercializar os animais com os frigoríficos.

Novos estudos com números mais expressivos de observações devem ser realizados envolvendo a raça Santa Gertrudis. Entretanto, os parâmetros estimados apresentados no presente trabalho são importantes, principalmente devido à baixa

quantidade de estudos abordando parâmetros genéticos para populações compostas exclusivamente de indivíduos Santa Gertrudis. Recomenda-se que a espessura de gordura subcutânea (EGS) seja utilizada como critério de seleção direta e, conseqüentemente, obter incremento em marmoreio. Portanto, a seleção indireta para marmoreio (MAR) pode ser realizada por meio da seleção direta para espessura de gordura subcutânea (EGS).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRÃO, F.O. et al. Produção Sustentável na Bovinocultura: Princípios e Possibilidades. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v.6, n.4, p.61-73, Dezembro, 2016.
- ALENCAR, M. M.; BARBOSA, P. F. Melhoramento genético de gado de corte no Brasil, In: Reunião da sociedade brasileira de melhoramento animal,8, 2010, Maringá. Anais. Maringá: SBMA, 2010.
- ALVES, D. D. et al. Maciez da Carne Bovina – Uma Revisão. Revista da FZVA. Uruguaiana, v.14, n.1, p. 193-216. 2007.
- ARBOITTE, M. Z. et al. Composição Física da Carcaça, Qualidade da Carne e conteúdo de Colesterol no Músculo *Longissimus dorsi* de Novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês Terminados em Confinamento e Abatidos em Diferentes Estádios de Maturidade. R. Bras. Zootec., v.33, n.4, p.959-968. 2004.
- ARNOLD, J. W. et al. Estimates of genetic parameters for live animal ultrasound, actual carcass data, and growth traits in beef cattle. Journal of animal science, v. 69, n. 3, p. 985-992, 1991.
- Associação Brasileira de Santa Gertrudis (ABSG). Disponível em: <<http://www.santagertrudis.com.br/>>. Acesso em: 21 de junho de 2018.
- BOERNER, V. et al. Accuracies of genomically stimated breeding values from pure-breed and across-breed predictions in Australian beef cattle. Genetics Selection Evolution, 46:61. 2014.
- CAETANO, S. L. et al. Estimates of genetic parameters for carcass, growth and reproductive traits in Nellore cattle. Livestock Science. 155. 1–7.2013.

- CARVALHO, T. B.; ZEN, S. D. A cadeia de Pecuária de Corte no Brasil: evolução e tendências. Revista iPecege 3(1):85-99. 2017.
- CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – ESALQ/USP. PIB do Agronegócio Brasil. 2016.
- COUTINHO FILHO, J. L. V.; PERES, R. M.; JUSTO, C. L. Produção de carne de bovinos contemporâneos, machos e fêmeas, terminados em confinamento. R. Bras. Zootec., v.35, n.5, p.2043-2049, 2006.
- CREWS, D. H. et al. Genetic parameters among growth and carcass traits of Canadian Charolais cattle. Can. J. Anim. Sci. 84: 589–597. 2004.
- DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Embrapa Amazônia Oriental, 36 p. 2014.
- DIBIASI, N. F. et al. Estimativas de Correlações Genéticas Entre Características de Carcaça Medidas por Ultrassonografia e por Escores Visuais em Touros Brangus. ARS VETERINARIA, Jaboticabal, SP, v.26, n.1, 032-037, 2010.
- DI MARCO, O. N. et al. Crescimento de bovinos de corte. Porto Alegre: UFRGS Gráfica, 2007. 276p.
- DO, C. H. et al. Genetic Parameter Estimates of Carcass Traits under National Scale Breeding Scheme for Beef Cattle. Journal Animal Science. Vol. 29, No 8 : 1083 – 1094. August, 2016.
- DONICHTH, P. A. M. M. Efeitos da espessura de gordura, conformação, peso da carcaça e idade sobre a qualidade da carne de vacas de descarte. 2001. 174p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais.

FARIA, C. U. et al. Análise Bayesiana para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia de bovinos da raça Nelore Mocho, criados em bioma cerrado. *Ciência rural*, Santa Maria, v. 45, n. 2, p. 317 - 322, fev., 2015.

GUIMARÃES, N. C. Parâmetros genéticos de caracteres quantitativos relacionados à produtividade de rebanhos selecionados da raça Nelore. 2016. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de pós-graduação em Zootecnia, Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás.

HENRIQUE, W., LEME, P. R., LANNA, D. P.D. et al. Efeito de diferentes fontes de polpa cítrica peletizada e níveis de concentrado na dieta de novilhas confinadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. Anais... Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998 a. p.344-346.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estatística da Produção Pecuária. Junho de 2017.

KARSBURG, J. H. H. Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaças medidas por ultrassonografia e de desenvolvimento ponderal em bovinos da raça Santa Gertrudis. 82 p. Pirassununga, 2003.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L. G.; FORNI, S.; SILVA, J. A. V.; YOKOO, M. J.; ALENCAR, M.M. Estimativas de parâmetros genéticos para os escores visuais e suas associações com peso corporal em bovinos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 1015-1022, 2010.

LEE, J. H. et al. Estimation of Genetic Parameters for Real-time Ultrasound Measurements for Hanwoo Cows at Different Ages and Pregnancy Status. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* Vol. 27, No. 2 : 155-160. 2014.

- LIMA NETO, H. R. et al. Parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em bovinos da raça Guzerá. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Volume 61, Número 1, pp. 251-258(8). 2009.
- LU, D. et al. Genome-wide association analyses for carcass quality in crossbred beef cattle. *BMC Genetics*. 14:80. 2013.
- 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 Animal Science*. 86:2518–2524. 2008.
- MANZANO, A.; ESTEVES, S.N.; FREITAS, A.R. et al. Eficiência de utilização de nutrientes em novilhas das raças Canchim e Nelore e cruzadas Canchim – Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.6, p.1375-1381, 1999.
- MAPA. Produção de carne no Brasil aumenta 45% em 15 anos, 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/producao-de-carne-no-brasil-aumenta-45-em-15-anos>>. Acesso em: 21 de junho de 2018.
- MARQUES, E. G. et al. Estimativas de parâmetros genéticos de características de crescimento, carcaça e perímetro escrotal de animais da raça Nelore avaliados em provas de ganho em peso em confinamento. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 159-167, Jan./Feb. 2013.
- MEIRELLES, S. L. et al. Efeitos de ambiente e estimativas de parâmetros genéticos para características de carcaça em bovinos da raça Canchim criados em pastagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.7, p.1437-1442, 2010.
- MIAR, Y. et al. Estimation of genetic and phenotypic parameters for ultrasound and carcass merit traits in crossbred beef cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 94: 273 280. 2014.

MISSIO, R. L. et al. Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na dieta. R. Bras. Zootec., v.39, n.7, p.1610-1617, 2010.

MISZTAL, I. et al. BLUPF90 AND RELATED PROGRAMS (BGF90). 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Proceedings..., Montpellier, France, 19-23, 2002.

MORAES, G. F et al. Análise genética do consumo alimentar residual ajustado para gordura e de características de carcaça e desempenho em um rebanho Nelore. Ciência rural, Santa Maria, v. 47, n. 02, e20151505, p. 317 - 322, 2017.

OLIVEIRA, A. P. et al. Inferência Bayesiana na Avaliação Genética de Bovinos da Raça Tabapuã do Nordeste Brasileiro. Revista Caatinga, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 227 – 234, out. – dez., 2015.

PAIVA, J. T. Parâmetros genéticos da conversão alimentar e da qualidade de carne em linhagem macho de frangos utilizando abordagem frequentista e Bayesiana. 2014. 92f. Defesa (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de São João Del Rei – *Campus* Tancredo de Almeida Neves, São João Del-Rei, 2014.

PEREIRA, J. C. C. Melhoramento genético aplicado à produção animal. 5º edição. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora. 2008.

POLIZEL NETO, A.; JORGE, A. M.; MOREIRA, P. S. A.; GOMES, H. F. B.; PINHEIRO, R. S. B.; ANDRADE, E. N. Correlações entre medidas ultra-sônicas e na carcaça de bovinos terminados em pastagem. Rev. Bras. Saúde Prod. An, v.10, n.1, p.137-145, jan/mar, 2009.

R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foudation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

REVERTER, A. et al. Genetic analyses of live-animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. *J. Anim. Sci.* 78:1786–1795. 2000.

RILEY, D. G. et al. Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle. *Journal Animal Science.* 80:955–962. 2002.

SILVA, M.R. et al. Uso da técnica de ultrassonografia na avaliação da carcaça de bovinos *in vivo*. *PUBVET, Londrina, V. 5, N. 21, Ed. 168, Art. 1134, 2011.*

SILVA, S.L.; LEME, P.R.; PUTRINO, S.M.; LANNA, D.P.D. Alterações nas características de carcaça de tourinhos Nelore, avaliados por ultra-som. *Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, n. 2, p.607-612, 2006.*

SMITH et al. Genetic parameters for growth and carcass traits of Brahman steers. *Journal Animal Science.* 85:1377–1384. 2007.

SMITH, S.B. & CROUSE, D.J. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. *The Journal of Nutrition.* v.114, p.792-800, 1984.

STELZLENI, A. M. et al. Genetic parameter estimates of yearling live animal ultrasonic measurements in Brangus cattle. *J. Anim. Sci.* 80:3150–3153. 2002.

TAVEIRA et al. Avaliação de carcaça de bovinos da raça Tabapuã com ultrassonografia. *PUBVET.* v.10, n.1, p.100-104, Jan., 2016.

TORAL, L. F. B. Genetic parameters and response to selection for post-weaning weight gain, visual scores and carcass traits in Hereford and Hereford×Nelore cattle. *Livestock Science* 137. 231–237. 2011.

THOLON, P.; PAIVA, R. D. M.; MENDES, A. R. A.; BARROZO, D. Utilização de funções lineares e não lineares para ajuste do crescimento de bovinos Santa Gertrudis criados a pasto. *ARS VETERINARIA, Jaboticabal, SP, v.28, n.4, 234-239, 2012.*

WOLCOTT, M. L. et al. Genetics of meat quality and carcass traits and the impact of tenderstretching in two tropical beef genotypes. *Animal Production Science*, 49, 383–398. 2009.

YOKOO, M. J. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.6, p.1761-1768, 2007.

YOKOO, M. J. et al. Genetic associations between carcass traits measured by real-time ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. *Journal Animal Science*. 88:52–58. 2010.

YOKOO, M. J. et al. Genetic correlation of traits measured by ultrasound at yearling and 18 months of age in Nelore beef cattle. *LivestockScience*. 180. 34–40 .2015.

ZUIN, R. G. et al. Genetic analysis on growth and carcass traits in Nelore cattle. *Meat Science*, vol. 91, 352–357.2012.