

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

JOÃO VICTOR SARTORI DE SOUZA

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA
CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS, FUNCIONAL E DE CARÇAÇA EM
BOVINOS DA RAÇA SANTA GERTRUDIS**

CAMPO GRANDE – MATO GROSSO DO SUL

2025

JOÃO VICTOR SARTORI DE SOUZA

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA
CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS, FUNCIONAL E DE CARÇA EM
BOVINOS DA RAÇA SANTA GERTRUDIS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul, como parte das
exigências para obtenção do título de
bacharel em Zootecnia.

Orientador (a): Susana Amaral Teixeira

Co-orientador: Ivan Carvalho Filho

CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL

2025

JOÃO VICTOR SARTORI DE SOUZA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 7 de novembro de
2025, e aprovado pela Banca Examinadora:


Prof.^a Susana Amaral Teixeira
Presidente


Prof. Fábio José Carvalho Faria
Membro da Banca


Dr. Gilberto Romário de Oliveira Menezes
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Em especial gostaria de agradecer aos meus pais: Karina e Jailson, vocês são a minha base e referência para tudo. Agradeço imensamente por tudo que fizeram e fazem por mim, esses cinco anos não foram fáceis, mas saber que tenho todo o suporte e apoio de vocês fez com que eu chegasse até aqui, gratidão! Graças a vocês e a nossa família, posso dizer que conseguimos realizar mais um sonho!

Agradeço imensamente a minha namorada, Ana Clara, que esteve comigo durante boa parte dessa trajetória. Saiba que você foi muito importante nessa etapa, desde as orientações e puxões de orelha, mas sempre me apoiando e dando forças, te amo!

A minha orientadora, Prof. Susana, por me orientar durante a graduação da melhor forma possível e, principalmente, por acreditar em mim e me ensinar cada vez mais a respeito do Melhoramento Genético e da Zootecnia.

Agradeço também ao meu co-orientador, Dr. Ivan, que desde o período de estágio obrigatório contribuiu muito para a minha evolução acadêmica e profissional.

Por fim, meu carinho e gratidão a todos os professores, médicos veterinários, zootecnistas e das demais áreas que passaram por essa jornada, saibam que vocês foram peças chave para me fazerem chegar até aqui, levarei todos os ensinamentos e contribuições comigo.

Obrigado!!!

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo estimar parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto (IPP), perímetro escrotal ao sobreano (PES), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), marmoreio (MAR) e escore de umbigo (UMB) em bovinos da raça Santa Gertrudis no Brasil. O banco de dados foi composto por 4.113 animais da raça Santa Gertrudis, 1.579 machos e 2.534 fêmeas, nascidos entre 2011 e 2025, pertencentes a 28 fazendas e provenientes do banco de dados do Programa Embrapa Geneplus. A manipulação e o pré-processamento dos dados foram realizados no *software* R e a estimação dos componentes de variância e (co)variância foi conduzida via metodologia REML no *software* BLUPF90, sob o modelo animal multicaracterístico. As estimativas de herdabilidades (h^2) para as características IPP, MAR e AOL foram de 0,49, 0,37 e 0,28, respectivamente, indicando ganhos genéticos importantes através da seleção direta. Por outro lado, as estimativas de herdabilidades para PES (0,07) e UMB (0,05) foram de baixa magnitude, o que pode indicar forte influência de efeitos ambientais especialmente para UMB ($3,02 \pm 1,46$), avaliada por escore, e reduzido número de observações (apenas 782 observações para PES). As correlações genéticas observadas entre MAR e EGS (0,53), MAR e PES (0,43) e AOL e PES (0,62), além da correlação genética moderada e negativa (-0,52) entre IPP e PES apontam ganhos genéticos favoráveis através da seleção indireta para essas características.

Palavras-chave: bovino de corte, correlação genética, eficiência reprodutiva, herdabilidade, melhoramento genético, raça sintética.

ABSTRACT

The present study aimed to estimate genetic parameters for age at first calving (AFC), scrotal circumference at yearling (SCY), ribeye area (REA), subcutaneous fat thickness (SFT), marbling score (MAR), and navel score (UMB) in Santa Gertrudis cattle in Brazil. The dataset comprised 4,113 Santa Gertrudis animals, including 1,579 males and 2,534 females, born between 2011 and 2025, from 28 farms and sourced from the Embrapa Geneplus Program database. Data manipulation and preprocessing were performed using R software, and variance and (co)variance components were estimated considering the animal model via REML using BLUPF90 software. The heritability (h^2) range for AFC, MAR, and REA was 0.49, 0.37, and 0.28, respectively, indicating significant genetic gains through direct selection. The estimates obtained for SCY (0.07), and UMB (0.05) showed low heritability, which may have been influenced by the number of observations and limited genetic variability in the population. The genetic correlations observed between MAR and SFT (0.53), MAR with SCY (0.43) and REA with SCY (0.62), in addition to the moderate and negative genetic correlation (-0.52) between SCY, indicate favorable genetic gains through indirect selection for these traits.

Keyword: beef cattle, genetic correlation, reproductive efficiency, heritability, genetic improvement, synthetic breed.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estatística descritiva das características mensuradas na raça Santa Gertrudis 12

Tabela 2: Componentes de (co)variância e estimativas de herdabilidade para características avaliadas na raça Santa Gertrudis..... 14

Tabela 3: Estimativa de correlação genética (r_g) e herdabilidade (diagonal) para as características mensuradas na raça Santa Gertrudis. **Erro! Indicador não definido.**

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
3. RESULTADOS	14
3.1 HERDABILIDADE	14
3.2 CORRELAÇÕES.....	15
4. DISCUSSÃO.....	16
5. CONCLUSÃO	20
6. REFERÊNCIAS	22

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte desempenha papel fundamental no agronegócio brasileiro. O país detém o maior rebanho comercial e é o maior exportador de carne bovina do mundo, assim, o setor corresponde com a participação de 4,6% nas exportações dentro do agronegócio (ABIEC, 2025). Além das características de desenvolvimento ponderal, que refletem o crescimento dos animais, as características relativas à qualidade da carcaça e carne, bem como os aspectos que influenciam a eficiência reprodutiva, são fundamentais para a manutenção do protagonismo do país na pecuária de corte, uma vez que esses fatores estão diretamente relacionados à eficiência produtiva e reprodutiva dos rebanhos.

No Brasil, aproximadamente 80% do rebanho é composto por animais da raça Nelore (*Bos indicus*) e seus cruzamentos (MARTINS, 2007). O uso de cruzamentos com raças taurinas, é uma estratégia para melhorias de características relacionadas à qualidade de carne e carcaça, como área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e marmoreio, e reprodutivas, como idade ao primeiro parto, em virtude dos fenômenos da heterose e complementariedade entre as raças inerentes ao cruzamento (FILHO, 1997). A raça Santa Gertrudis é uma raça sintética proveniente do cruzamento entre as raças Shorthorn 5/8 (*Bos taurus*) e Brahman 3/8 (*Bos indicus*). A raça é originada dos EUA, e a partir de 1954 foi introduzida no Brasil (ABSG, 2025), sendo desenvolvida especialmente a partir da raça zebuína Nelore, a fim de melhorar a qualidade da carne e precocidade sexual em ambientes tropicais e subtropicais.

Os relatos científicos quanto à estimação de parâmetros genéticos para características de carcaça, qualidade da carne e reprodução na raça Santa Gertrudis para condições de criação dos animais no Brasil são escassos e, por vezes, defasados. Na raça, Kriese *et al.* (1991) e Cardoso *et al.* (1998) estimaram

herdabilidade (h^2) moderada para escore de umbigo (UMB), e Karsburg (2003) realizou estudos considerando PE aos 18 meses, AOL e EGS, obtendo h^2 de baixa a média magnitude e suas correlações genéticas (r_g) na raça. A falta de atualização e estimação dos parâmetros genéticos para características de interesse econômico na raça podem limitar a compreensão e uso do potencial genético da raça Santa Gertrudis.

Dessa forma, objetiva-se neste estudo estimar os parâmetros genéticos para características reprodutivas funcional e de carcaça na raça Santa Gertrudis do Brasil, a fim de contribuir para o avanço do conhecimento científico e o aperfeiçoamento na exploração genética da raça.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas informações de 4.113 animais da raça Santa Gertrudis, 1.579 machos e 2.534 fêmeas, nascidos entre 2011 e 2025, pertencentes a 28 fazendas e provenientes do banco de dados do Geneplus – Programa Embrapa de Melhoramento de Gado de Corte.

Ao todo, 7.687 observações do rebanho Santa Gertrudis foram utilizadas para estimar os parâmetros genéticos de herdabilidade e correlações genéticas para as seguintes características:

- Reprodutivas: idade ao primeiro parto (IPP, dias) e perímetro escrotal ao sobreano (PES, cm);
- Carcaça: área de olho de lombo (AOL, cm^2), espessura de gordura subcutânea (EGS, mm), marmoreio (MAR, %);
- Funcional: escore de umbigo (UMB).

A matriz de parentesco foi composta por 39.589 animais, incluindo informações de 2.749 pais e 16.050 mães. A base de dados incluiu a identificação do animal, data e fazenda de nascimento, safra de nascimento, pai e mãe, sexo, grupo genético, grupo genético materno, data e fazenda de registro da característica e regime alimentar durante a mensuração.

A manipulação e o pré-processamento do banco de dados composto por 13.203 registros, foram realizados no *software* R (R Core Team, 2025, versão 4.4.3). O banco de dados foi constituído de informações de animais da raça Santa Gertrudis, com idades entre 380 e 595 dias, correspondentes a mensuração da característica ao sobreano (AOL, EGS, MAR, UMB e PES) e IPP. Foram mantidos no banco de dados apenas os animais com registros completos para todas as características analisadas.

Valores superiores e inferiores a quatro desvios-padrão em relação à média foram excluídos para características AOL, EGS, MAR, PES e IPP. Posteriormente, para PES, realizou-se também a remoção de dados fora da faixa de 15 a 60 cm, e, para UMB, aqueles que apresentavam escores inferiores a 1 e superiores a 6. Esse procedimento foi importante para remover *outliers* e, assim, assegurar a qualidade dos dados utilizados para a formação dos grupos de contemporâneos e análises estatísticas.

Os grupos de contemporâneos (GCs) para as características PES, IPP, AOL, EGS, MAR, UMB e IPP foram formados a partir da safra de nascimento dos animais, definida como o período de 1º de abril a 31 de março do ano seguinte, fazenda de nascimento, grupo genético (F1: 1/2 Santa Gertrudis, F2: 3/4 Santa Gertrudis, F3: 7/8 Santa Gertrudis e F4: 15/16 Santa Gertrudis), regime alimentar, fazenda de coleta das informações, data da coleta e sexo (exceto para IPP e PES). Após a formação dos GCs, aqueles que eram compostos por menos de cinco animais, foram descartados

da análise. A estatística descritiva das características avaliadas na raça Santa Gertrudis pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1. Estatística descritiva das características mensuradas na raça Santa Gertrudis

Características ¹	Nº ²	Médias (DP) ³	Nº GC ⁴
AOL, cm ²	1.349	68,84 (13,71)	78
EGS, mm	1.324	3,81 (1,97)	75
MAR, %	1.272	2,12 (0,99)	69
UMB, escore	1.605	3,02 (1,46)	121
PES, cm	782	30,13 (4,98)	78
IPP, dias	1.355	1.080,80 (184,44)	127

¹AOL: área de olho de lombo, EGS: espessura de gordura subcutânea, MAR: marmoreio, UMB: escore de umbigo, PES: perímetro escrotal no sobreano, IPP: idade ao primeiro parto, ²Nº: número de registros, ³DP: desvio-padrão, ⁴GC: grupo de contemporâneo.

Os componentes de (co)variância foram estimados por meio de análises uni e multi características através do método REML (Máxima Verossimilhança Restrita), no *software* BLUPF90 (MISZTAL et al, 2002).

O modelo animal utilizando para as análises uni características (AOL, EGS, MARM, UMB, PES e IPP) é representado por:

$$y = Xb + Za + e,$$

em que:

y = representa as variáveis independentes;

$\mathbf{b}$ = vetores de efeitos fixos compostos por: grupo de contemporâneo e (co)variáveis lineares e quadráticas para efeito da idade do animal na mensuração da característica;

$\mathbf{a}$ = vetores de efeitos genéticos aditivos diretos;

$\mathbf{e}$ = vetores de resíduos aleatórios;

$\mathbf{X}$ e $\mathbf{Z}$ = matrizes de incidência associando $\mathbf{b}$ e $\mathbf{a}$ com $\mathbf{y}$.

Sendo a matriz de variâncias expressa por:

$$\text{Var} \begin{pmatrix} \mathbf{a} \\ \mathbf{e} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{A}\sigma_a^2 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{I}\sigma_e^2 \end{pmatrix}$$

Para as análises de correlação (r^2) entre as 6 características avaliadas, foi utilizado o modelo animal multivariado, sendo representado na forma matricial por:

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \\ y_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & X_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & X_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & X_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & X_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & X_6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} Z_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Z_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Z_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & Z_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & Z_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Z_6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \\ e_4 \\ e_5 \\ e_6 \end{pmatrix}$$

E a matriz de variância e (co)variância expressa na forma matricial por:

$$\text{Var} \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \\ e_1 \\ e_2 \\ e_3 \\ e_4 \\ e_5 \\ e_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{A}\sigma_{a1}^2 & \mathbf{A}\sigma_{a1a2} & \mathbf{A}\sigma_{a1a3} & \mathbf{A}\sigma_{a1a4} & \mathbf{A}\sigma_{a1a5} & \mathbf{A}\sigma_{a1a6} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{A}\sigma_{a1a2} & \mathbf{A}\sigma_{a2}^2 & \mathbf{A}\sigma_{a2a3} & \mathbf{A}\sigma_{a2a4} & \mathbf{A}\sigma_{a2a5} & \mathbf{A}\sigma_{a2a6} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{A}\sigma_{a1a3} & \mathbf{A}\sigma_{a2a3} & \mathbf{A}\sigma_{a3}^2 & \mathbf{A}\sigma_{a3a4} & \mathbf{A}\sigma_{a3a5} & \mathbf{A}\sigma_{a3a6} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{A}\sigma_{a1a4} & \mathbf{A}\sigma_{a2a4} & \mathbf{A}\sigma_{a3a4} & \mathbf{A}\sigma_{a4}^2 & \mathbf{A}\sigma_{a4a5} & \mathbf{A}\sigma_{a4a6} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{A}\sigma_{a1a5} & \mathbf{A}\sigma_{a2a5} & \mathbf{A}\sigma_{a3a5} & \mathbf{A}\sigma_{a4a5} & \mathbf{A}\sigma_{a5}^2 & \mathbf{A}\sigma_{a5a6} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{A}\sigma_{a1a6} & \mathbf{A}\sigma_{a2a6} & \mathbf{A}\sigma_{a3a6} & \mathbf{A}\sigma_{a4a6} & \mathbf{A}\sigma_{a5a6} & \mathbf{A}\sigma_{a6}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{I}\sigma_{e1}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e1e2}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e1e3}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e1e4}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e1e5}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e1e6}^2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{I}\sigma_{e1e2}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e2}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e2e3}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e2e4}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e2e5}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e2e6}^2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{I}\sigma_{e1e3}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e2e3}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e3}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e3e4}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e3e5}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e3e6}^2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{I}\sigma_{e1e4}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e2e4}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e3e4}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e4}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e4e5}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e4e6}^2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{I}\sigma_{e1e5}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e2e5}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e3e5}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e4e5}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e5}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e5e6}^2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{I}\sigma_{e1e6}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e2e6}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e3e6}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e4e6}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e5e6}^2 & \mathbf{I}\sigma_{e6}^2 \end{pmatrix}$$

Em que:

$\mathbf{y}$: vetor de fenótipos que inclui cada uma das 6 características;

$\mathbf{b}$: vetor de efeitos fixos;

$\mathbf{a}$: vetor de efeitos genéticos aleatórios;

$\mathbf{e}$: vetor dos efeitos residuais aleatórios;

X e Z: são as matrizes relacionando as observações das 6 características com seus respectivos efeitos fixos e aleatórios do animal;

3. RESULTADOS

3.1 Herdabilidade

Os componentes de (co)variância e os coeficientes de herdabilidade para características reprodutivas (IPP e PES), de carcaça (AOL, EGS e MAR) e funcional (UMB) são apresentados na Tabela 2. As características EGS, PES e UMB apresentaram herdabilidades diretas de baixa magnitude (0,00 – 0,20), enquanto que IPP, AOL e MAR apresentaram herdabilidades moderadas a alta (superior a 0,20).

Tabela 2: Componentes de (co)variância e estimativas de herdabilidade para características avaliadas na raça Santa Gertrudis.

¹ Característica	² h ² d (DP)	³ σ ² _a	⁴ σ ² _e
AOL	0,28 (0,08)	17.231	43.626
EGS	0,18 (0,06)	0,27598	1.2764
MAR	0,37 (0,08)	0,13867	0,23917
UMB	0,05 (0,05)	0,02784	0,54257
PES	0,07 (0,08)	0,65981	8.3222
IPP	0,49 (0,08)	11.921	12.642

¹AOL: área de olho de lombo, EGS: espessura de gordura subcutânea, MAR: marmoreio, UMB: escore de umbigo, PES: perímetro escrotal no sobreano, IPP: idade ao primeiro parto, ²h²d: herdabilidade direta, ³σ²_a: variância genética aditiva, ⁴σ²_e: variância residual.

3.2 Correlações Genéticas (r_g)

As estimativas de correlação genética (r_g) entre as características avaliadas são apresentadas na Tabela 3. Observou-se forte r_g entre PES e AOL (0,62), moderada entre PES e MAR (0,43) e fraca entre PES e UMB (0,27) e PES e EGS (0,19).

A idade ao primeiro parto (IPP) apresentou r_g fraca com as características UMB (0,21) e AOL (-0,30), e muito fraca com MAR (0,11) e EGS (-0,12). A mesma classificação foi obtida para r_g de UMB com AOL (0,17), MAR (0,06) e EGS (-0,01).

A r_g entre a característica de carcaça AOL e EGS foi de baixa magnitude (0,30), e muito fraca com MAR (-0,11). Por outro lado, EGS apresentou correlação moderada com MAR (0,53).

Tabela 3: Estimativa de correlação genética (r_g) e herdabilidade (diagonal) para as características mensuradas na raça Santa Gertrudis.

	MAR	EGS	AOL	UMB	IPP	PES
MAR	0,37 (0,08)	0,53	- 0,11	0,06	0,11	0,43
EGS	-	0,18 (0,06)	0,30	- 0,01	- 0,12	0,19
AOL	-	-	0,28 (0,08)	0,17	- 0,30	0,62
UMB	-	-	-	0,05 (0,00)	0,21	0,27
IPP	-	-	-	-	0,49 (0,08)	- 0,52
PES	-	-	-	-	-	0,07 (0,08)

AOL: área de olho de lombo, EGS: espessura de gordura subcutânea, MAR: marmoreio, UMB: escore de umbigo, PES: perímetro escrotal no sobreano, IPP: idade ao primeiro parto.

4. DISCUSSÃO

A estimativa das herdabilidades (h^2) é fundamental para o delineamento dos programas de seleção, uma vez que indica a proporção da variância fenotípica que é atribuída à variância genética para as características de interesse. Na raça Santa Gertrudis, o presente trabalho revelou que, em geral, as características de carcaça apresentaram moderada a alta h^2 , indicando que satisfatórios ganhos genéticos podem ser obtidos via seleção direta para essas características. Além disso, a estimativa obtida para AOL (0,28) foi ligeiramente superior àquelas já reportada na raça anteriormente por Karsburg (2003) ($h^2 = 0,23$). Esses valores também estão próximos às estimativas para AOL reportadas por Meireles *et al.* (2007), Adamich *et al.* (2018) e Donoghue *et al.* (2020) para nas raças Canchim, Brangus e Angus, estimando h^2 de 0,29 respectivamente, por Fernandes *et al.* (2023) ($h^2 = 0,27$) na raça taurina adaptada Montana e Benesh *et al.* (2025) na raça Angus ($h^2 = 0,25$).

Entre as características de carcaça, o marmoreio influencia diretamente o sabor, suculência e aceitabilidade do mercado consumidor. Pela primeira vez a estimativa de h^2 para MARM (0,37) foi obtida na raça Santa Gertrudis, sendo superior àquelas reportadas por Fernandes *et al.* (2023) na raça taurina adaptada Montana ($h^2 = 0,27$) e Banesh *et al.* (2025) na raça Angus (0,25). A alta magnitude da h^2 indica que há variabilidade genética suficiente a ser explorada na raça a fim de promover ganhos genéticos por meio da seleção direta.

Dentre as características de carcaça, apenas EGS apresentou h^2 de baixa magnitude (0,18) na raça Santa Gertrudis. Entretanto, a estimativa obtida nesse trabalho é superior àquela estimada inicialmente na raça por Karsburg (2003), (0,05). A divergência entre os valores pode ter ocorrido devido ao maior número de registros para EGS no presente trabalho (1.324) em relação ao estudo anterior (907), o que,

consequentemente, permitiu estimar melhor os componentes de variância e minimizar a variância residual. Portanto, há variabilidade genética suficiente para ganhos genéticos em EGS na raça Santa Gertrudis, diferentemente do que foi reportado para a raça anteriormente. Esse resultado também evidencia a importância da atualização das estimativas para os parâmetros genéticos, que tende a variar com o incremento do número de animais e controle das condições de ambiente.

Em relação às características relativas à funcionalidade, o fenótipo de escore de umbigo (UMB) tem sido registrado pelos criadores da raça Santa Gertrudis e, portanto, utilizado nas estimativas pelo Programa Embrapa Geneplus. O UMB está relacionado, em touros, ao tamanho do prepúcio, de forma que animais com prepúcio longo podem apresentar redução na sua capacidade de serviço, inflamações e lesões no órgão reprodutivo (MCGOWAN *et al.*, (2002)). Em fêmeas, a característica não está associada diretamente a reprodução, e sim ao tamanho do prepúcio dos filhos (TORRES *et al.*, (2003)). Neste estudo, a h^2 para UMB foi de baixa magnitude (0,05), valor bastante inferior ao esperado, uma vez que trata-se de uma característica morfológica. Estudos anteriores reportaram valores de h^2 de média a alta magnitude para a característica: Cardoso *et al.* (1998) ($h^2 = 0,39$) e Kriese *et al.* (1991) na raça Santa Gertrudis ($h^2 = 0,21$); Lima *et al.* (2013) na raça Nelore ($h^2 = 0,43$). É importante destacar que, por se tratar de uma característica cuja mensuração é subjetiva, realizada através de escore, esta é bastante sujeita à variação. Em nosso estudo, observou-se forte desvio dos valores individuais de UMB em relação à média ($3,02 \pm 1,46$), bem como forte variação ao redor do valor médio da estimativa ($h^2 = 0,05 \pm 0,05$), o que pode explicar a baixa h^2 para a característica na população avaliada.

A característica PES apresentou baixa herdabilidade (h^2) (0,07) na raça Santa Gertrudis, enquanto que mensurações realizadas aos 18 meses em animais da

mesma raça apontaram h^2 de 0,38 (KARSBURG, 2003), valor semelhante também foi relatado por Santos *et al.* (2016) para animais da raça Braford. Já Silva *et al.* (2012), ao avaliar a característica na raça Brangus ($h^2 = 0,61$). No presente trabalho, a baixa magnitude da h^2 de PES pode ter sido influenciada pela quantidade reduzida de fenótipos para a característica (782 registros).

A idade ao primeiro parto (IPP), que é um indicativo da precocidade sexual do rebanho, apresentou h^2 de alta magnitude (0,49) para a raça Santa Gertrudis, valor superior ao observado no estudo realizado por Santos *et al.* (2016) com a raça sintética Braford ($h^2 = 0,17$). Por outro lado, Márton *et al.* (2024), ao analisarem a mesma característica na raça Angus utilizando diferentes modelos estatísticos, obtiveram valor de 0,38 pelo BLUP. A estimativa de h^2 para IPP na raça Santa Gertrudis foi reportada de forma inédita neste trabalho e sugere que há variabilidade genética a ser explorada de forma a contribuir para maior eficiência reprodutiva do rebanho. A presença da raça taurina Shorthorn na composição racial do rebanho Santa Gertrudis, reduzida variação dos valores de IPP (coeficiente de variação de 17%, aproximadamente) e um eficiente controle dos efeitos fixos sistemáticos podem ter contribuído para alta contribuição da variância genética sobre a variância fenotípica, resultando em h^2 de alta magnitude (MÁRTON *et al.* (2024)).

Neste estudo, a correlação genética entre idade ao primeiro parto (IPP) e o perímetro escrotal ao sobreano (PES) foi moderada e negativa ($r_g = -0,52$). Correlações próximas entre as características também foram observadas por Moreira *et al.* (2015) (-0,37) e Buzanskas, *et al.*, (2017) (-0,46) na raça Nelore e por Bessa *et al.* (2021) na raça Brahman (-0,35). Esses resultados reforçam a hipótese de que os genes que influenciam a medida de PE também influenciam a precocidade reprodutiva na raça Santa Gertrudis. Portanto, a seleção para maiores valores de perímetro

escrotal tende a reduzir a idade ao primeiro parto nas fêmeas, uma vez que ambas as características estão associadas à precocidade sexual (QUEIROZ *et al.*, 2014).

Moderada correlação genética também foi observada entre área de olho de lombo (AOL) e perímetro escrotal ao sobreano (PES) ($r_g = 0,62$) na raça Santa Gertrudis, indicando que avanços genéticos importantes para precocidade são obtidos via seleção para musculosidade e desempenho em crescimento na raça. De forma similar, Karsburg (2003) relatou correlação de 0,72 entre as características na raça. Dessa forma, a seleção para maiores valores de perímetro escrotal deve resultar em animais com maior desenvolvimento muscular, refletido em maior AOL e, consequentemente, maior no rendimento de carcaça (BONIN *et al.*, 2014).

A correlação entre AOL e MAR foi baixa e negativa ($r_g = -0,11$), resultado próximo ao observado por Fernandes *et al.* (2023) na raça Montana ($r_g = -0,09$). Entretanto, a correlação genética de AOL e IPP foram maiores ($r_g = -0,30$), indicando que a seleção para maior AOL, além de estar relacionada à maior precocidade reprodutiva de machos, pode reduzir a idade ao primeiro parto das fêmeas. Zuim *et al.* (2021) obtiveram correlações genéticas ligeiramente inferiores à desse estudo, em animais da raça Braford ($r_g = -0,22$).

A correlação genética baixa e positiva entre EGS e AOL (0,30) indica que a seleção para maior espessura de gordura subcutânea pode contribuir para o aumento da área de olho de lombo, valores próximos também foram observados por Karsburg (2003) na raça Santa Gertrudis ($r_g = 0,33$) e por Caetano *et al.* (2013) na raça Nelore ($r_g = 0,19$). Por outro lado, a fraca correlação genética entre EGS e PES (0,19) sugere que a seleção de machos para maior deposição de gordura pode resultar também em maior perímetro escrotal. Estimativa de correlação genética de magnitude similar, mas de relação inversa foi relatada anteriormente por Karsburg (2003) na raça Santa

Gertrudis ($rg = -0,18$), indicando que animais com maior PE tendem a apresentar menor acabamento na carcaça. Apesar das diferenças no sentido da variação, em ambos os estudos a correlação genética entre EGS e PES mostrou-se de fraca magnitude, indicando que poucas alterações devem ser observadas em uma característica quando outra é selecionada.

De forma inédita, foi estimada a correlação genética entre MAR e IPP ($rg = 0,11$) na raça Santa Gertrudis. Nossos resultados indicam que a seleção para ganhos genéticos em marmoreio parece não refletir de forma importante em melhorias na IPP e vice-versa. Apesar disso, a estimativa obtida na raça foi superior àquela reportada por Fernandes *et al.* (2023) ($rg = -0,01$) para a raça sintética Montana.

Os resultados obtidos neste estudo contribuíram para atualizações importantes acerca dos parâmetros genéticos na raça Santa Gertrudis, bem como estimação inédita dos parâmetros genéticos para MAR e IPP, subsidiando a inclusão dessas características nos programas de melhoramento genético da raça. Para PES (0,07) e UMB (0,05), sugere-se estudos futuros uma vez que as estimativas de h^2 obtidas foram inferiores ao esperado e ao reportado na literatura.

5. CONCLUSÃO

As herdabilidades estimadas para MAR, AOL e IPP indicam boas oportunidades de progresso genético via seleção direta na raça Santa Gertrudis. Por outro lado, as estimativas de herdabilidade para PES e UMB foram fortemente influenciadas por fatores ambientais não controlados.

As correlações genéticas sugerem que a seleção para atributos relativos à qualidade da carne, como o marmoreio, pode promover respostas favoráveis em características relacionadas à reprodução na raça Santa Gertrudis.

Em conjunto, esses achados reforçam o potencial de melhoramento genético da raça para características de carcaça e desempenho produtivo.

6. REFERÊNCIAS

- ABREU, L. R. A. et al. Genetic association between residual feed intake and carcass traits in a herd of Nellore beef cattle. *Livestock Science*, v. 225, p. 53–61, jul. 2019.
- Adamich, D. G. (2018). Correlações genéticas e fenotípicas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom no desmame em animais da raça Brangus.
- A Raça – Santa Gertrudis. Disponível em: <https://santagertrudis.com.br/a-raca/>. Acesso em: 28 set. 2025
- BESSA, A. et al. Genetic evaluation for reproductive and productive traits in Brahman cattle. *Theriogenology*, v. 173, p. 261–268, 1 out. 2021.
- BIGNARDI, A. B. et al. Parâmetros genéticos de escore visual do umbigo em bovinos da raça Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 63, n. 4, p. 941–947, ago. 2011.
- BOLIGON, A.A.; DE VARGAS, L.; SILVEIRA, D.D.; ROSO, V.M.; CAMPOS, G.S.; VAZ, R.Z.; SOUZA, F.R.P. Genetic models for breed quality and navel development scores and its associations with growth traits in beef cattle. *Tropical Animal Health and Production*, v.48, n.8, p.1679-1684, 2016.
- BONIN, M. N. Visual body-scores selection and its influence on body size and ultrasound carcass traits in Nellore cattle. *Journal Animal Science*, 12 nov. 2015.
- BUZANSKAS, M.E. et al. Parameter estimates for reproductive and carcass traits in Nelore beef cattle. *Theriogenology*, v. 92, p. 204–209, 10 out. 2016.
- CAETANO, S. L. et al. Estimates of genetic parameters for carcass, growth and reproductive traits in Nellore cattle. *Livestock Science*, v. 155, n. 1, p. 1–7, 1 jul. 2013.
- CARDOSO, F.F.; CARDELINO, R.A.; CAMPOS, L.T. Utilização de um escore de avaliação visual para seleção do tamanho do umbigo em bovinos da raça Santa Gertrudis. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2, 1998, Uberaba. Anais... Uberaba: SBMA, 1998. p.385-386.
- CEACERO, T. M. et al. Phenotypic and Genetic Correlations of Feed Efficiency Traits with Growth and Carcass Traits in Nellore Cattle Selected for Postweaning Weight. Disponível em:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4990259/pdf/pone.0161366.pdf>. Acesso em: 17 out. 2025

CLAUDINEY DE MELO MARTINS. [s.l: s.n.]. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10131/tde-28092007-114939/publico/Claudney_Melo_Martins.pdf. Acesso em: 2 out. 2025

DONOGHUE, K. A. et al. Genetic variance and covariance components for carbon dioxide production and postweaning traits in Angus cattle. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7486883/pdf/skaa253.pdf>. Acesso em: 10 out. 2025

FILHO, K. E. O melhoramento genético e os cruzamentos em bovino de corte. - Portal Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/322461/o-melhoramento-genetico-e-os-cruzamentos-em-bovino-de-corte>. Acesso em: 2 out. 2025

HASAN BANEH; NIKOLAY ELATKIN; LAURENT GENTZBITTEL. Genomic variance partitioning of carcass and meat quality traits in Angus beef cattle. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 12, 18 jun. 2025.

HISTÓRIA - AMERICANO MELHORADO DE UM JEITO BEM BRASILEIRO - Revista Rural 134. Disponível em: https://www.revistarural.com.br/Edicoes/2009/Artigos/rev134_historia.html. Acesso em: 29 set. 2025

KARSBURG, J. H. H. Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaça medidas por ultra-sonografia e de desenvolvimento ponderal em bovinos da raça Santa Gertrudis. 2003. 103 f. Dissertação (mestrado). Comissão de Pós-Graduação, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

KOURY FILHO, W. et al. Parâmetros genéticos para escore de umbigo e características de produção em bovinos da raça Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 55, n. 5, p. 594–598, out. 2003.

KRIESE, L.A.; BERTRAND, J.K.; BENYSHEK, L.L. Genetic and environmental growth trait parameter estimates for Brahman and Brahman-derivative cattle. *J. Anim. Sci.*, v.69, p.2362-2370. 1991.

MARINA et al. Características de carcaça e qualidade de carne em linhagens da raça Nelore. *Ciencia Rural*, v. 44, n. 10, p. 1860–1866, 1 out. 2014.

MÁRTON, J.; BENE, S. A.; SZABÓ, F. Heritability Estimates of Age at First Calving and Correlation Analysis in Angus Cows Bred in Hungary. *Animals*, v. 14, n. 24, p. 3715, 23 dez. 2024.

MARTINS, R. et al. Genetic parameters for type classification of Nelore cattle on central performance tests at pasture in Brazil. *Tropical animal health and production*, v. 45, n. 7, p. 1627–1634, 9 abr. 2013.

MEIRELLES, S. L. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para características de carcaça em bovinos da raça Canchim, criados em pastagens. 2007. 4 f. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp – Campus de Jaboticabal, 2007.

MOREIRA, H. L. et al. REPRODUCTIVE TRAITS SELECTION IN NELORE BEEF CATTLE. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 39, n. 4, p. 355–362, 25 jul. 2015.

PIZZOL, J. G. D. Comparação entre vacas da raça Holandesa e mestiças das raças Holandesa x Jersey quanto à sanidade, imunidade e facilidade de parto. 2012. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages – Santa Catarina, 2012.

QUEIROZ, Sandra Aidar de (coord.). *Introdução ao Melhoramento Genético de Bovinos de Corte*. Guaíba: Agrolivros, 2012.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2025. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 2 out. 2025

SILVA, J. A. I. DE V. et al. Análise genética de características de crescimento e perímetro escrotal em bovinos da raça Brangus. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 47, p. 1166–1173, 1 ago. 2012.

SOUZA, J. S. Escores visuais para aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo nas raças Hereford e Braford: variabilidade genética e correlações. [s.l: s.n.].

TORRES JÚNIOR, R.A.A.; BIGNARDI, A.B.; SILVA, L.O.C. Seleção para correção de prepúcio e ausência de prolapso em touros de corte. Documentos 137. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 2003. 22p. (Documentos, 137).

ZUIM, D. M. ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA, CRESCIMENTO E DE REPRODUÇÃO EM BOVINOS BRAFORD E BRANGUS. [s.l: s.n.].