

UNIVERSIDADE DE UBERABA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANIDADE E PRODUÇÃO ANIMAL  
NOS TRÓPICOS

HELENA LEONEL CURI

**ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS DE  
DESEMPENHO E CARCAÇA DE BOVINOS DA RAÇA SINDI**

UBERABA, MG  
2024



HELENA LEONEL CURI

**ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS DE  
DESEMPENHO E CARCAÇA DE BOVINOS DA RAÇA SINDI**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Sanidade e Produção Animal nos Trópicos da Universidade de Uberaba.

Orientador Prof. Dr. Guilherme Costa Venturini

Coorientador: Prof Dr Eustáquio Rezende Bittar

UBERABA, MG  
2024

Catalogação elaborada pelo Setor de Referência da Biblioteca Central UNIUBE

C925e Curi, Helena Leonel.  
C925e Estimação de parâmetros genéticos de características de desempenho e  
carcaça de bovinos da raça Sindi / Helena Leonel Curi. – Uberaba, 2024.  
22 f. : il., color.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Uberaba. Programa de Pós-  
Graduação em Sanidade e Produção Animal nos Trópicos.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Costa Venturini.  
Coorientador: Prof. Dr. Eustáquio Rezende Bittar.

1. Sindi (Zebu). 2. Bovino – Carcaças. 3. Ultrassonografia veterinária. I.  
Venturini, Guilherme Costa. II. Bittar, Eustáquio Rezende. III. Universidade  
de Uberaba. Programa de Pós -Graduação em Sanidade e Produção Animal  
nos Trópicos. IV. Título.

CDD 636.291

Tatiane da Silva Viana – Bibliotecária – CRB-6/3171

HELENA LEONEL CURI

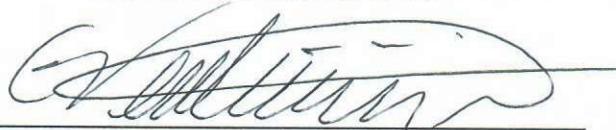
ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS DE  
DESEMPENHO E CARCAÇA DE BOVINOS DA RAÇA SINDI

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Sanidade e Produção Animal nos Trópicos do Programa de Pós-Graduação em Sanidade e Produção Animal nos Trópicos da Universidade de Uberaba.

Área de concentração: Sanidade e Produção Animal nos Trópicos

Aprovada em: 25/10/2024

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Guilherme Costa Venturini  
Universidade de Uberaba



Prof. Dr. Eustáquio Resende Bittar  
Universidade de Uberaba

Documento assinado digitalmente

gov.br

LENIRA EL FARO ZADRA  
Data: 29/10/2024 14:08:21-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profª. Drª. Lenira El Faro Zadra  
Instituto de Zootecnia do Governo  
do Estado de São Paulo



## RESUMO

Esse trabalho teve como objetivo estimar parâmetros e correlações genéticas de características de carcaça de bovinos da raça Sindi. Foram mensurados 303 bovinos puros de origem, situados em uma propriedade no interior de São Paulo. Foram coletadas medidas de área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e espessura de gordura na picanha (EGP). O ganho médio diário (GMD) foi aferido em provas de ganho de peso. Dados de genealogia e idade também foram utilizados. Foram estimadas correlações genéticas positivas e altas entre AOL e EGP ( $0,84 \pm 0,08$ ); GMD e AOL ( $0,91 \pm 0,46$ ), e correlações genéticas baixas entre GMD e EGS ( $0,16 \pm 0,06$ ); AOL e MAR ( $0,12 \pm 0,04$ ) e EGS e MAR ( $0,11 \pm 0,02$ ). As correlações genéticas moderadas a altas indicam a possibilidade de respostas correlacionadas favoráveis entre as características de desempenho e carcaça, devido ao efeito pleiotrópico dos genes, com exceção àquelas associadas geneticamente com MARM. Também podemos concluir que as características estudadas apresentam estimativas de herdabilidade moderadas a altas, indicando: possibilidades de ganhos genéticos positivos ao processo de seleção; viabilidade da incorporação de medidas ultrassonográficas em programas de melhoramento genético para a raça e elaboração de novos experimentos e pesquisas envolvendo a raça Sindi.

**Palavras-chave:** Espessura de gordura; Ganho de peso; Ultrassonografia de carcaça; zebuíños.



## ABSTRACT

This study aimed to estimate the parameters and genetic correlations of carcass traits in Sindi cattle. A total of 303 purebred animals from the original lineage, located on a property in the interior of São Paulo, were measured. Measurements were taken for loin eye area (AOL), subcutaneous fat thickness (EGS), and fat thickness at the picanha (EGP). Average daily gain (GMD) was determined through weight-gain trials. Pedigree and age data were also used. High, positive genetic correlations were estimated between AOL and EGP ( $0.84 \pm 0.08$ ) and between GMD and AOL ( $0.91 \pm 0.46$ ), while low genetic correlations were found between GMD and EGS ( $0.16 \pm 0.06$ ), between AOL and MAR ( $0.12 \pm 0.04$ ), and between EGS and MAR ( $0.11 \pm 0.02$ ). The moderate to high genetic correlations indicate the possibility of favorable correlated responses between performance and carcass traits due to the pleiotropic effects of genes, with the exception of those genetically associated with marbling. We can also conclude that the traits studied exhibit moderate to high heritability estimates, suggesting possibilities for positive genetic gains through selection, the viability of incorporating ultrasonographic measurements into genetic improvement programs for the breed, and the development of new experiments and research involving the Sindi breed.

**Keywords:** Fat thickness; Weight gain; Carcass ultrasonography; Zebu cattle.



## LISTA DE FIGURAS

|   |   |
|---|---|
| <b>Figura 1.</b> Mapa do Paquistão, com a província de Sindh.....   | 3 |
| <b>Figura 2.</b> Esquema dos locais anatômicos para aferição das medidas feitas por ultrassonografia..... | 8 |
| <b>Figura 3.</b> Realização da técnica de ultrassonografia de carcaça em bovino.....                      | 9 |



## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1.</b> Estatísticas descritivas para características de desempenho e carcaça relacionadas com bovinos da raça Sindi.....  | 28 |
| <b>Tabela 2.</b> Variâncias genéticas aditivas ( $\sigma_a^2$ ), ambientais ( $\sigma_e^2$ ), variâncias fenotípicas ( $\sigma_p^2$ ), herdabilidade ( $h^2$ ) e erro-padrão (EP) para características de desempenho e carcaça, de bovinos da raça Sindi..... | 29 |
| <b>Tabela 3.</b> Correlação genética com erro-padrão para características de desempenho e carcaça, relacionadas com bovinos da raça Sindi.....  | 31 |



## SUMÁRIO

|   |          |
|---|----------|
| 1. INTRODUÇÃO.....  | 2        |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA .....                            | 3        |
| 2.1. A raça Sindi .....                                   | 3        |
| <b>2.1.1 Região .....</b>                                 | <b>3</b> |
| <b>2.1.2 Padrão racial.....</b>                           | <b>4</b> |
| 2.2 Critérios de seleção .....                            | 5        |
| 2.3 Características de carcaça .....                      | 6        |
| <b>2.3.1 Área de olho de lombo (AOL).....</b>             | <b>7</b> |
| <b>2.3.2 Espessura de gordura subcutânea (EGS) .....</b>  | <b>7</b> |
| <b>2.3.3 Espessura de gordura na picanha (EGP).....</b>   | <b>8</b> |
| <b>2.3.4 Marmoreio (MAR) .....</b>                        | <b>8</b> |
| 2.4 Método para colheita das medidas por meio da U.S..... | 9        |
| 2.5 Aplicabilidade da ultrassonografia de carcaça.....    | 10       |
| 2.6. Parâmetros genéticos .....                           | 11       |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS.....                               | 12       |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                           | 13       |
| 5. CONCLUSÃO.....   | 18       |
| 6. REFERÊNCIAS .....                                      | 18       |



## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior exportador de carne bovina do mundo, mas é crescente a concorrência da pecuária com outras áreas do agronegócio, fazendo com que as áreas para criação de bovinos tendam a diminuir. Com isso, é necessária uma intensificação na produção de carne, que pode ser feita com melhorias na dieta, sanidade e genética do rebanho nacional (VIÇOSO, 2021).

O rebanho brasileiro é composto principalmente por bovinos da espécie zebuína (*Bos taurus indicus*), predominantemente da raça Nelore, a qual tem como parâmetro a ser melhorado a qualidade de suas carcaças. Uma ferramenta que pode ser utilizada para estimar valores genéticos de forma precoce é a ultrassonografia de carcaça, a fim de otimizar a seleção para as características que colaboram para a qualidade das carcaças (YOKOO et. al, 2009).

A raça Sindi é um zebuíno natural do Paquistão e, mesmo sendo relativamente antiga no Brasil, com cerca de 80 anos, expressa crescimento constante e vêm respondendo muito bem à seleção para as características de fertilidade, ganho de peso e outras características de interesse econômico (SANTOS, 2011). Além disso, por se tratar de um zebuíno, a raça Sindi é conhecida por sua adaptabilidade aos ambientes tropicais e resistência às condições adversas.

Não existem programas de melhoramento genético, até o momento, que utilizem as medidas de ultrassonografia de carcaça como ferramenta para seleção para raça Sindi, e uma análise abrangente desses parâmetros pode ser eficaz para otimizar o desempenho produtivo dos indivíduos da raça, além de facilitar acasalamentos visando possíveis ganhos genéticos para as características de carcaça.

Estudos sobre parâmetros genéticos associando características de desempenho e carcaça em animais da raça Sindi são fundamentais para orientar de forma eficaz programas de seleção e, consequentemente, promover avanços significativos no melhoramento genético, visando à produção sustentável e de alta qualidade. Com isso, este estudo visa estimar os parâmetros genéticos associados a características de desempenho, medidas por meio da ultrassonografia de carcaça de animais da raça Sindi, e estabelecer correlações genéticas para estas características.

Os objetivos específicos do presente trabalho foram:

- Estimar a herdabilidade para características de carcaça para raça Sindi.
- Avaliar a relação das medidas ultrassonográficas com as médias de ganho de peso.
- Verificar a possibilidade de seleção das características de carcaça dos animais da raça Sindi, utilizando a ultrassonografia de carcaça como ferramenta para identificar os melhores animais.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. A raça Sindi**

#### **2.1.1 Região**

A raça Sindi é originária do Paquistão, na região de Kohistan, dentro da província de Sindh, região às margens do rio Hindus. O solo da província é predominantemente do tipo arenoso e pedregoso, onde sua composição é principalmente de pedra calcária e desprovido de vegetação.

O clima da região de Sindh é considerado semiárido, pois a média das precipitações anuais varia de 250 a 300 milímetros, sendo a época chuvosa entre agosto

e outubro. As temperaturas do verão variam de 31° a 33°C, e do inverno 17° e 20°C; sendo as máximas absolutas entre 46 e 48°C e mínima absoluta entre 1,6° e 4,5°C (SANTIAGO, 2006).



**Figura 1.** Mapa do Paquistão, com a província de Sindh. (Fonte: Google imagens.)

### 2.1.2 Padrão racial

A raça Sindi se enquadra no grupo III dos zebuínos de origem indiana. Dentro desse grupo, as raças se destacam por sua importante antiguidade e pureza racial, podendo ter importante influência sobre a formação das demais.

O padrão racial do Sindi no Brasil é descrito pelo Serviço de Registro Genealógico das Raças Zebuínas (SRGRZ), instituído pela ABCZ e contempla as seguintes características:

O estado geral dos animais deve ser sadio e vigoroso, e o desenvolvimento bom de acordo com a idade, sendo permitido desenvolvimento médio e desclassificam-se animais de tamanho e peso reduzidos. A constituição deve ser robusta, com ossatura forte e musculatura compacta, uniformemente distribuída por todo corpo. É indesejável constituições corpóreas fracas ou de conformação leonina, também a má distribuição muscular ou excesso de gordura na carcaça. O dimorfismo sexual deve ser evidente, além

disso, a busca por animais com temperamento dócil e ativo é de fundamental importância (DOYLE et al., 2019).

Já, sobre a pelagem dos exemplares da raça Sindi, esta deve ser de cor vermelha em suas tonalidades, variando do amarelo-alaranjado ao castanho. Os machos são mais escuros, principalmente nas espaduas, cupim e coxas. Tonalidades mais claras ao redor do focinho, axilas, períneo e ao redor dos olhos também são frequentes. É permitível o exemplar apresentar manchas brancas na fronte, barbela, ventre e úbere, desde que estas sejam de extensão pequena; pois pelagem excessivamente malhada ou branca é desclassificatória no padrão. Os pelos devem ser curtos, finos e brilhantes, e a pele preta, solta, fina e flexível. Podendo ser rósea nas partes sombreadas. Já despigmentações em qualquer parte do corpo são indesejáveis e desclassificatórias para registro dos animais.

A cabeça padrão do Sindi é curta, de tamanho médio e proporcional ao corpo do animal, tendo um perfil sub-convexo. O chanfro é reto, nos machos deve ser mais curto e largo e nas fêmeas mais estreito e longo. O focinho deve ser preto, já que focinho róseo é uma característica indesejável. As orelhas da raça são de tamanho médio, largas e levemente pendentes. A borda inferior apresenta uma leve reentrância. Os chifres são curtos e de grossura média, saindo para os lados e ligeiramente para trás ou para cima; no Brasil a variedade mocha já é reconhecida oficialmente pela ABCZ.

## 2.2 Critérios de seleção

O melhoramento genético de bovinos desempenha um papel crucial na otimização da produção de carne e é fundamental para aprimorar características de interesse econômico na pecuária e, nesse contexto, a utilização de critérios de seleção bem definidos, seja ele por meio da genética quantitativa e/ou genômica, se torna

essencial para direcionar os objetivos do programa de melhoramento (HAYES et al., 2009).

As características de crescimento e carcaça são influenciadas por vários genes e sofrem muita ação do ambiente em sua expressão nos indivíduos. Por isso existe a necessidade da utilização de modelos estatísticos, para identificar os melhores animais e, assim, utilizar estes como pais e mães da safra seguinte, que deve ser superior à safra passada (BONIN et al., 2015).

Dentre os critérios de seleção considerados, o ganho de peso diário emerge como um indicador primordial, refletindo a eficiência de conversão alimentar e o crescimento econômico dos animais. A área de olho de lombo, por sua vez, é um componente valioso para a qualidade da carne, sendo determinante para a quantidade de carne magra. Além disso, a espessura de gordura subcutânea desempenha papel significativo no acabamento da carcaça e é importante para conservação da carcaça a nível de indústria, principalmente nas câmaras frias dos frigoríficos, pois é isolante térmico. (YOKOO et. al, 2009; LUCHIARI, 2000).

### **2.3 Características de carcaça**

A indústria da carne demanda carcaças pesadas e com uma espessura de gordura mínima, mas, em contrapartida, a terminação (etapa onde o animal deposita gordura na carcaça) é a fase mais cara do processo, por isso, a busca por melhorias genéticas que predispõem a essas características nos animais é fundamental para produção de um boi que seja eficiente. Para isso, é importante contar com ferramentas de aferição em programas de seleção, para uma mensuração correta e eficaz, a fim de agregar acurácia nos programas de melhoramento genético (YOKOO et. al, 2009; LUCHIARI, 2000).

Uma ferramenta muito eficiente para a predição de características de carcaça, é a ultrassonografia (YOOKO et al., 2009). As medidas mais comuns de serem realizadas no animal in vivo são: área de olho de lombo (AOL); espessura de gordura subcutânea (EGS); espessura de gordura na picanha (EGP) e marmoreio (MAR).

### **2.3.1 Área de olho de lombo (AOL)**

A medida de AOL é dada em  $\text{cm}^2$ , tem relação com a musculosidade, e pode ser utilizada como indicador de rendimento de carcaça e ganho de peso (LUCHIARI, 2000). Deve ser aferida entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela, utilizando o scanner no sentido vertical seguindo a curva da costela, perpendicular ao comprimento do músculo *Longissimus dorsi* (OWENS et al., 1993).

### **2.3.2 Espessura de gordura subcutânea (EGS)**

A unidade de medida utilizada é milímetros (mm), e obtém-se essa medida na mesma imagem ultrassonográfica da AOL, só que considerando o terço proximal da imagem, de fácil identificação por ter ecogenicidade diferente. A espessura de gordura é muito importante para a indústria da carne, já que a gordura de cobertura na carcaça atua como isolante térmico no momento de resfriamento, impedindo a contração das fibras musculares e prevenindo o escurecimento e perda excessiva de água da carcaça, o que gera redução no peso da mesma (FIGUEIREDO, 2001). Essa medida também está relacionada à precocidade do animal, quando aferida e comparada em animais do mesmo grupo contemporâneo, já que animais mais precoces depositam gordura mais rapidamente em suas carcaças em comparação aos mais tardios, visto que os animais mais tardios têm

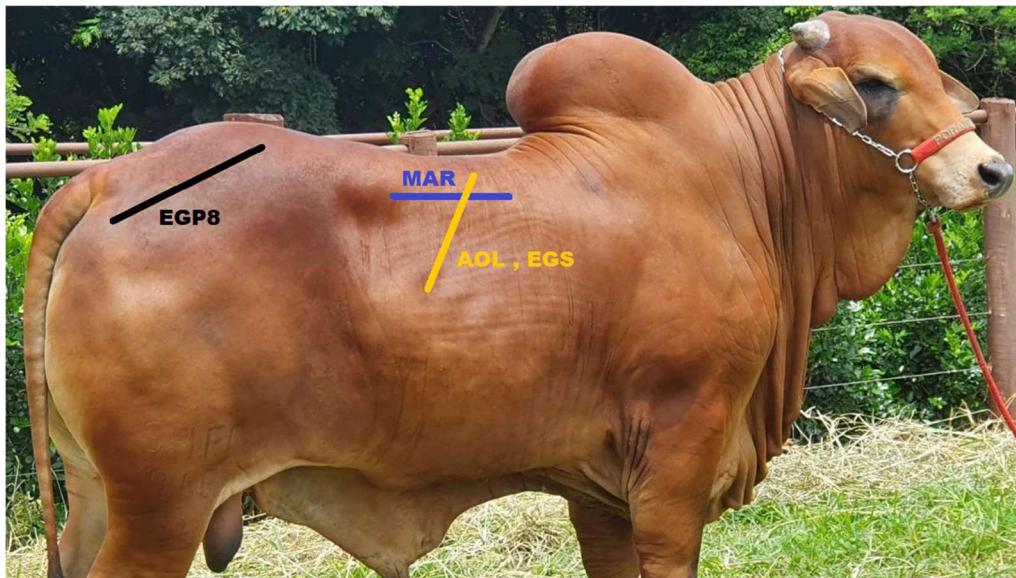
um período mais longo para deposição de músculo, demorando mais para iniciar a fase de deposição de gordura (OWENS et al., 1993).

### **2.3.3 Espessura de gordura na picanha (EGP)**

Essa medida também é dada em milímetros, realizada com o scanner em sentido horizontal sobre o músculo *Biceps femoris*, paralela ao terço final do íleo. Assim como a EGS, indica precocidade e acabamento de carcaça. Frequentemente utilizada para mensurar animais jovens, ou criados em sistemas com pouca oferta de alimento; já que os bovinos depositam gordura primeiramente nas extremidades da carcaça, para posteriormente completarem a deposição no restante do corpo (OWENS et al., 1993).

### **2.3.4 Marmoreio (MAR)**

É a gordura intramuscular, medida em escores. Marmoreio caracteriza mais suculência e sabor nas carnes, sendo muito procurada em carnes *premium* e *gourmet*, fundamental para mercados mais exigentes, que podem remunerar por essa qualidade. A posição anatômica para medir o MAR é a mesma que a AOL e EGS, porém muda-se a orientação do transdutor para paralelo à coluna vertebral, ficando entre as 11<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas (BRETHOUR, 1990; HERRING et al., 1994).



**Figura 2** Esquema dos locais anatômicos para aferição das medidas feitas por ultrassonografia. Fonte: Arquivo pessoal.

#### 2.4 Método para colheita das medidas por meio da U.S.

De acordo com a metodologia descrita por Herring et al. (1994), a coleta das medidas deve ser feita por pessoa capacitada e com equipamentos apropriados, assim as medidas obtidas têm alta repetibilidade e altas correlações com as medidas feitas nas carcaças. Para manter o contato acústico do transdutor com a superfície corpórea do animal, normalmente é utilizado óleo vegetal. Também se utiliza uma guia acústica para melhor ajuste do transdutor de acordo com a área a ser mensurada. Os animais devem estar contidos em brete para a realização das aferições.



**Figura 3** - Realização da técnica de ultrassonografia de carcaça em bovino. (Fonte: Arquivo Pessoal)

## 2.5 Aplicabilidade da ultrassonografia de carcaça

A ultrassonografia pode ser utilizada para prever o melhor momento para o abate, de acordo com a EGS, evitando excessos de gordura depositada na carcaça, diminuindo a necessidade de aparas na carcaça e reduzindo custos desnecessários com a alimentação dos animais.

Também pode ser uma ferramenta utilizada em terminação de bovinos em confinamento, para apartação de lotes homogêneos, com a capacidade de prever a quantidade de músculo e composição das carcaças, no momento da entrada dos animais no confinamento; podendo ser utilizada, inclusive, para determinar o período necessário para os lotes chegarem ao determinado grau de acabamento (BRETHOUR, 2000).

A possibilidade de aferir marmoreio nos animais vivos pode ser uma estratégia para o produtor receber bonificação pela qualidade de sua carne, e para apartação de lotes com essa exigência; já que os escores obtidos pela ultrassonografia se assemelham aos escores após abate (BRETHOUR, 1990).

Herring et al. (1994), aferiram bovinos Hereford utilizando a ultrassonografia de carcaça, e posteriormente abateram esses animais, para verificar a relação da medida do US com as medidas reais após abate. Tiveram resultados semelhantes das duas medidas (AOL e EGS), concluindo que a ultrassonografia de carcaça é um método acurado para estimar as medidas de AOL e EGS de bovinos de corte, podendo considerar a US como ferramenta para melhoramento genético de bovinos, já que é de fácil aplicação, media-alta herdabilidade e aplicabilidade sem a necessidade de abate dos animais.

## 2.6. Parâmetros genéticos

As estimativas de parâmetros genéticos são de grande importância nas análises de características de interesse econômico, pois são utilizadas para conduzir o processo de seleção nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte. Segundo Eller et al. (2017) a herdabilidade é indicador que revela a confiabilidade do uso do fenótipo do animal na avaliação do seu valor genético para uma característica específica.

A correlação genética é outro parâmetro importante a ser estudado para se alcançar maior eficácia nos programas de seleção animal, já que existem genes que estão ligados no mesmo cromossomo (linkage) ou devido a pleiotropia (quando um gene influencia uma ou mais características simultaneamente). Compreender estas associações genéticas entre características de desempenho e carcaça, como AOL, ESG, ESP e MARM pode contribuir não somente para otimizar a seleção dos reprodutores que serão pais das próximas gerações, mas também, visa a melhora na qualidade do produto final: a carne (ARNOLD et al., 1991; FARIA et al., 2009).

Segundo Faria et al. (2007), a predição de valores genéticos precisos, é essencial para a efetiva seleção e aprimoramento genético do rebanho e, para tal, é necessária uma

estimativa de (co)variâncias altamente precisas. Tonussi et al. (2015) estimando parâmetros genéticos para características de desempenho e carcaça concluíram que estas características exibem variabilidade genética suficiente para serem consideradas como critérios de seleção em programas de melhoramento animal.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

A coleta de informações fenotípicas está alinhada com as práticas agrícolas, conforme estipulado pela lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008. Esta legislação, no inciso VII do § 1º do inciso 225 da Constituição Federal do Brasil, estabelece diretrizes para o uso científico de animais (BRUNES et al., 2023). Portanto, não é obrigatória a avaliação de um comitê de ética, por se tratar de uso de conjunto de dados provenientes de um sistema de produção comercial, com o consentimento do proprietário dos animais.

Foram mensurados 303 animais da raça Sindi, machos e fêmeas, de variadas idades, registrados na ABCZ (associação Brasileira dos Criadores de Zebu). No momento das aferições haviam animais que estavam confinados e animais que estavam em sistema extensivo. As características avaliadas foram: ganho médio de peso diário (GMD), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), espessura de gordura picanha (EGP) e marmoreio (MAR). Esses dados foram coletados em uma única propriedade, no interior do estado de São Paulo, entre os anos de 2021 e 2023. O mesmo técnico realizou as mensurações ultrassonográficas conforme descrito pela BIF (2016). As medidas de GMD foram obtidas por meio de provas de ganho de peso, oficializadas pela ABCZ, as quais só foram realizadas nos machos em idade de 9 a 14 meses, de mesmo GC. Por esse motivo o número de informações para GMD foi menor (106).

Os efeitos fixos foram testados quanto à significância ( $P < 0,05$ ) usando a função lm com software R (Core Team, 2020). Os efeitos testados para cada característica avaliada foram ano e época de nascimento, sexo, idade dos animais e idade da mãe. Os grupos contemporâneos (GC) foram compostos por animais nascidos no mesmo ano e estação de nascimento, sexo e mesmo lote de manejo. As análises preliminares, juntamente com a edição dos dados coletados, foram realizadas com o software estatístico R (Core Team, 2020). Na edição dos dados foram eliminados: dados inferiores e superiores a 3,5 desvios-padrão da média do GC e GC com menos de três animais. Dessa forma, restaram dados de 268 animais para as características de AOL, EG e EGP e 162 para MAR.

As características foram analisadas utilizando modelo animal em análises bicaracterísticas, incluindo: os efeitos genéticos aditivo direto e residual como efeitos aleatórios, e os efeitos fixos de GC e idade do animal como covariáveis (efeito linear).

As análises bicaracterísticas foram realizadas para estimar as covariâncias e correlações genéticas e fenotípicas entre as características. Os componentes de variância foram estimados pelo método de máxima verossimilhança restrita e AIREML do programa BLUPF90 (MISZTAL et al., 2014). Os critérios de convergência foram definidos como  $10^{-9}$  para garantir a convergência no máximo global da função de verossimilhança.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A literatura é carente de informações e experimentos envolvendo mensurações de carcaça para a raça Sindi, sendo esse presente estudo um dos pioneiros em agrupar mais de 100 mensurações de ultrassonografia para bovinos puros de origem da raça.

Na tabela 1, descrevemos as médias encontradas, com desvios padrão das características mensuradas:

**Tabela 1.** Estatísticas descritivas para características de desempenho e carcaça relacionadas com bovinos da raça Sindi

| Característica              | N   | MÉDIA ( $\pm$ DP) | MIN   | MAX   |
|-----------------------------|-----|-------------------|-------|-------|
| <b>GMD (g/dia)</b>          | 106 | $0,52 \pm 0,25$   | 0,17  | 1,42  |
| <b>AOL (cm<sup>2</sup>)</b> | 268 | $55,69 \pm 11,49$ | 31,42 | 79,71 |
| <b>EG (mm)</b>              | 268 | $3,90 \pm 2,90$   | 1,25  | 26,37 |
| <b>EGP (mm)</b>             | 268 | $5,78 \pm 4,78$   | 1,80  | 42,20 |
| <b>MARM</b>                 | 162 | $2,80 \pm 0,67$   | 0,91  | 4,70  |

GMD: Ganho de peso médio diário; AOL: Área de olho de lombo; EG: Espessura de gordura subcutânea; EGP: Espessura de gordura da picanha; MARM: marmoreio.

Em estudos envolvendo bovinos Nelore, ZUIN et al. (2012), agruparam dados de ultrassonografia de carcaça e observaram média de  $52,93 \pm 10,48$  cm<sup>2</sup> para AOL;  $2,58 \pm 1,15$ mm para EGS e  $3,29 \pm 1,67$ mm para EGP, médias próximas das observadas no presente estudo. Já, Malheiros et al. (2020), trabalharam com bovinos machos da raça Nelore de 20 a 24 meses terminados em confinamento e obtiveram médias ligeiramente acima das observadas no presente estudo, elas foram: AOL:  $72,8 \pm 7,35$  cm<sup>2</sup>; EGS:  $4,2 \pm 1,4$ mm; MAR:  $2.6 \pm 0.36$ , o que pode ser explicado pelo regime alimentar. Na raça Canchim, Meirelles et al. (2010) obtiveram as seguintes médias e desvios padrões para características de EGS e AOL, respectivamente:  $1,90 \pm 0,77$ mm e  $46,60 \pm 9,19$  cm<sup>2</sup>, esses autores avaliaram animais de 19 meses. Os resultados do presente estudo estão próximos aos trabalhos acima citados, demonstrando que, mesmo sem haver, até o momento, uma seleção voltada para medidas de carcaça, os indivíduos Sindi mensurados mostram

médias próximas às médias das raças que já têm programas de melhoramento mais adiantados. (Tabela 1).

Obtivemos altos valores de desvio-padrão pois o grupo de animais mensurado era bastante heterogêneo (em questão de idade, peso e regime alimentar). Por isso a importância da utilização da ferramenta de US de carcaça em lotes de mesmo grupo de manejo (para identificação dos melhores animais em comparação à média do grupo).

Sobre as estimativas de herdabilidade variaram de média a alta magnitude, sendo a mínima de  $0,26 \pm 0,19$  para MAR e a mais alta de  $0,81 \pm 0,16$  para AOL (Tabela 2).

**Tabela 2.** Variâncias genéticas aditivas ( $\sigma_a^2$ ), ambientais ( $\sigma_e^2$ ), variâncias fenotípicas ( $\sigma_p^2$ ), herdabilidade ( $h^2$ ) e erro-padrão (EP) para características de desempenho e carcaça, de bovinos da raça Sindi

| Característica | $\sigma_a^2$ | $\sigma_e^2$ | $\sigma_p^2$ | $h^2$ | EP   |
|----------------|--------------|--------------|--------------|-------|------|
| <b>GMD</b>     | 0,09         | 0,22         | 0,31         | 0,29  | 0,15 |
| <b>AOL</b>     | 160,89       | 35,34        | 196,227      | 0,81  | 0,16 |
| <b>EGS</b>     | 2,24         | 1,64         | 3,88         | 0,58  | 0,15 |
| <b>EGP</b>     | 2,5          | 5,8          | 8,3          | 0,30  | 0,14 |
| <b>MARM</b>    | 0,12         | 0,34         | 0,46         | 0,26  | 0,19 |

GMD: Ganho de peso médio diário; AOL: Área de olho de lombo; EGS: Espessura de gordura subcutânea; EGP: Espessura de gordura da picanha; MARM: marmoreio.

Estimativas de herdabilidade para GMD do presente estudo ( $0,29 \pm 0,15$ ) foram inferiores à do estudo de Riley et al. (2002), que observaram herdabilidade de 0,64 em bovinos da raça Brahman, mas semelhante ao trabalho de Brunes et al. (2023) que encontraram estimativa igual a  $0,27 \pm 0,02$ , em bovinos da raça Nelore. Riley et al. (2002)

também estimaram a herdabilidade para características de carcaça de média magnitude (AOL = 0,44) a alta magnitude para EGS (0,63) e MARM (0,77) em bezerros da raça Brahman. Já Yokoo et. al (2010) encontraram magnitudes moderadas de herdabilidade para AOL, EGS e EGP de 0,29; 0,50; 0,39; respectivamente, em animais da raça Nelore. TORAL et al. (2011), estudando animais Hereford e cruzados Hereford x Nelore, obtiveram estimativas de herdabilidades de 0,164; 0,232 e 0,136 para GMD, AOL e EGS, respectivamente. A literatura mostra que as características de carcaça normalmente têm herdabilidades moderadas à altas, o que também foi visto no presente estudo, essas altas magnitudes demonstram que a seleção dessas características traria bons progressos genéticos no rebanho, já que são muito influenciadas pela hereditariedade.

Freitas (2020) estudando parâmetros genéticos em características reprodutivas, de peso e de carcaça em bovinos da raça Tabapuã observou estimativas de herdabilidade mais baixas comparadas às do presente estudo para AOL ( $0,36 \pm 0,014$ ) e EGP ( $0,27 \pm 0,014$ ). Brunes et al. (2023) também observaram, em bovinos Nelore, estimativas de herdabilidade mais baixas do que a do presente estudo para AOL ( $0,39 \pm 0,04$ ), EGS e EGP ( $0,34 \pm 0,05$ ); E maior estimativa de herdabilidade para MARM ( $0,38 \pm 0,16$ ).

Estimativas de parâmetros genéticos por modelos uni e multicaracterística para características de carcaça em bovinos da raça Hanwoo, foram estimados por Srivastava et al. (2019). Estes autores encontraram variações entre 0,33 para peso da carcaça quente a 0,41 para espessura de gordura subcutânea.

As correlações genéticas entre as características estudadas variaram de  $0,10 \pm 0,05$  entre GMD e MARM a  $0,91 \pm 0,46$  entre GMD e AOL (Tabela 3). Foi observado que para todas as associações genéticas (entre as variáveis estudadas) com MARM houve baixa estimativa (abaixo de 0,13) indicando que a adoção das características GMD, AOL

e/ou EGS, EGP como critério de seleção poderia trazer poucos ganhos genéticos para o marmoreio (Tabela 3).

**Tabela 3.** Correlação genética com erro-padrão para características de desempenho e carcaça, relacionadas com bovinos da raça Sindi

| Características | AOL             | EGS             | EGP             | MARM            |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>GMD</b>      | $0,91 \pm 0,46$ | $0,16 \pm 0,06$ | $0,55 \pm 0,04$ | $0,10 \pm 0,05$ |
| <b>AOL</b>      |                 | $0,22 \pm 0,05$ | $0,84 \pm 0,08$ | $0,12 \pm 0,04$ |
| <b>EGS</b>      |                 |                 | $0,23 \pm 0,10$ | $0,11 \pm 0,02$ |
| <b>EGP</b>      |                 |                 |                 | $0,11 \pm 0,04$ |

GMD: Ganho de peso médio diário; AOL: Área de olho de lombo; EGS: Espessura de gordura subcutânea; EGP: Espessura de gordura da picanha; MARM: marmoreio

RILEY et al. (2002) observaram correlações genéticas (em bovinos da raça Brahman) entre EGS e GMD semelhante à do presente estudo (0,49), mas correlações superiores para EGS e MAR assim como MAR com AOL (0,56 e 0,44; respectivamente)

Outras correlações genéticas, estimadas por YOKOO et al (2010), para animais da raça Nelore, indicaram correlações baixas e positivas entre características de desempenho com as de carcaça (peso corporal com AOL, EGS, EGP e MARM). Estes autores ressaltaram que a seleção para características de carcaça via ultrassonografia não deve causar antagonismo genético para a característica de desempenho.

SMITH et al. (2007) encontraram correlações das características de carcaça de novilhos Brahman iguais a  $0,16 \pm 0,27$  (GMD e AOL),  $0,27 \pm 0,28$  (GMD e MAR);  $-0,13 \pm 0,33$  (GMD e EGS),  $0,04 \pm 0,33$  (EGS e MAR) e  $-0,25 \pm 0,27$  (EGS e AOL). Estes autores ressaltaram que a seleção genética para melhorar a maciez da carne poderia resultar em gordura e carcaças menos produtivas.

Resultados semelhantes aos do presente estudo foram observados por Pritchard et al (2021) ao analisarem parâmetros genéticos para medições de carcaça e idade no abate em gado comercial. Os autores encontraram correlações genéticas entre as características de carcaça com magnitude de moderadas a altas.

Novamente, o alto erro-padrão das estimativas do presente estudo podem estar relacionado ao pequeno número de animais observados, e também pela heterogeneidade das amostras.

## 5. CONCLUSÃO

As correlações genéticas moderadas a altas indicam a possibilidade de respostas correlacionadas favoráveis entre as características de desempenho e carcaça, devido ao efeito pleiotrópico dos genes, com exceção àquelas associadas geneticamente com MARM. Além disso, as características estudadas apresentam estimativas de herdabilidade moderadas, indicando: possibilidades de ganhos genéticos por meio da seleção e viabilidade da incorporação de medidas ultrassonográficas em programas de melhoramento genético para a raça Sindi. Com base no pequeno número de dados do presente estudo, novas informações devem ser incorporadas ao arquivo de fenótipos para a realização de estudos mais aprofundados e com menores desvios padrões para a raça Sindi.

## 6. REFERÊNCIAS

ARNOLD, J. W.; BERTRAND, J. K. ; BENYSHEK, L. L.; LUDWIG, C. 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. Doi: <https://doi.org/10.2527/1991.693985x>

BIF - Beef Improvement Federation. Guidelines for uniform beef improvement programs. Athens: BIF. Beef Improvement Federation. 2016. Disponível em: [https://beefimprovement.org/wp-content/uploads/2013/07/BIFGuidelinesFinal\\_updated\\_0916.pdf](https://beefimprovement.org/wp-content/uploads/2013/07/BIFGuidelinesFinal_updated_0916.pdf)

BONIN, M. N.; FERRAZ, J. B. S.; PEDROSA, V. B.; SILVA, S. L.; GOMES, R. C.; CUCCO, D. C.; SANTANA, M. H. A.; CAMPOS, J. H. A.; BARBOSA, V. N.; CASTRO, F. S. F.; NOVAIS, F. J.; OLIVEIRA, E. C. M. Visual body-scores selection and its influence on body size and ultrasound carcass traits in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v.93, p.9280-9289, 2015.

BOURDON, R.M. Understanding animal breeding. New Jersey: Colorado State University, 523p., 1997.

BRETHOUR, J R. Relationship of ultrasound speckle to marbling score in cattle. **Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 68, n. 9, p. 2603, 1990. Oxford University Press (OUP).

BRETHOUR, J R. Using serial ultrasound measures to generate models of marbling and backfat thickness changes in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 8, p. 2055-2061, 2000. Oxford University Press (OUP).

BRUNES, L.C.; BALDI, F.; OLIVEIRA E COSTA, M. F.; LOBO, R. B.; BRITO LOPES, F.; MAGNABOSCO, C. U. Efeito da idade a primeira concepção como critério de seleção em características de crescimento e carcaça em bovinos Nelore. **Cienc. Anim. Bras.**, 2023, 25, 2023.

DOYLE, D., PURFIELD, D. C., BERRY, D. P. Genetic basis of sexual dimorphism in beef cattle: implications for breeding and management. **Journal of Animal Science**, 94(9), 3684-3698, 2019.

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; ALBUQUERQUE, L.G.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B. Genetic correlation estimates between visual scores and carcass traits measured by ultrasound in Nelore cattle using linear-threshold bayesian models. **R. Bras. Zootec.** ,V.38, N.11, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001100011>

FIGUEIREDO, L. G. G. **Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaças feitas por ultra-sonografia em bovinos da raça Nelore**. 2001. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2001.

FREITAS, T. C. **Parâmetros genéticos em características reprodutivas, de peso e de carcaça em bovinos da raça Tabapuã**. 2020. 34 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2020.

HERRING, W.O.; MILLER, D.C.; BERTRAND, J.K. et al. Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2216- 2226, 1994.

LUCHIARI FILHO, Albino. **Pecuaria da carne bovina**. São Paulo: R Vieira, 2000.

MALHEIROS et al. Carcass and meat quality of Nellore cattle (*Bos taurus indicus*) belonging to the breeding programs. **Livestock Science**, v. 242, p. 104277–104277, 1 dez. 2020.

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, jul. 2010.

MISZTAL, I; TSURUTA, S; LOURENÇO, D; AGUILAR, I; LEGARRA, A; VITEZICA, Z. Manual for BLUPF90 Family of Programs. (University of Georgia: Athens, GA), 2014.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F.. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 71, n. 11, p. 3138-3150, 1 nov. 1993. Oxford University Press (OUP).

RILEY, D. G., CHASE, C. C., HAMMOND, A. C., et al. Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, v.80, p.955–962, 2002.

SANTOS, Rinaldo dos. **Sindi: o gado vermelho para os trópicos**. Uberaba: Agropecuaria Tropical, 2011

SANTIAGO, A.A.; **A epopeia do Zebu**, 2009. Disponível em: [www.abcz.org.br](http://www.abcz.org.br). Acesso em: 12 nov. 2023.

SMITH, T.; DOMINGUE, J. D.; PASCHAL, J. C.; FRANKE, D. E.; BIDNER, T. D.; WHIPPLE, G. Genetic parameters for growth and carcass traits of Brahman steers. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 1377-1384, 2007.

SRIVASTAVA, S.; LOPEZ, B.I.; HERAS-SALDANA, S.D.L.; PARK, J.-E.; SHIN, D.-H.; CHAI, H.-H.; PARK, W.; LEE, S.-H.; LIM, D. Estimation of Genetic Parameters by Single-Trait and Multi-Trait Models for Carcass Traits in Hanwoo Cattle. **Animals**, 9, 1061, 2019. <https://doi.org/10.3390/ani9121061>

TORAL, F. L. B.; ROSO, V. M.; ARAUJO, C. V.; REIS FILHO, J. C. Genetic parameters and response to selection for post-weaning weight gain, visual scores and carcass traits in Hereford and Hereford×Nellore cattle. **Livestock Science**, [S.L.], v. 137, n. 1-3, p. 231-237, maio 2011.

TONUSSI, R.L.; ESPIGOLAN, R.; GORDO, D.G.M.; MAGALHÃES, A.F.B. ; VENTURINI, G. C. ; Baldi, F. ; DE OLIVEIRA, H.N. ; CHARDULO, L.A.L. ; TONHATI, H. ; DE ALBUQUERQUE, L.G. . Genetic association of growth traits with carcass and meat traits in Nellore cattle. **Genetics and Molecular Research**, v. 14, p. 18713-18719, 2015.

VIÇOSO, L. C. B.; A pecuária como agente de territorialização e as formas de fomento para sustentação da pecuária. **Cadernos do Leste**, [S. l.], v. 21, n. 21, 2021

YOKOO, M. J.; LOBO, R. B.; ARAUJO, F. R. C.; BEZERRA, L. A. F.; SAINZ, R. D.; ALBUQUERQUE, L. G. Genetic associations between carcass traits measured by real-time ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle1. **Journal Of Animal Science**, v. 88, n. 1, p. 52-58, 1 jan. 2010. Oxford University Press (OUP).

YOKOO, M. J.; WERNECK, J. N.; PEREIRA, M. C.; ALBUQUERQUE, L. G.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R. D.; LOBO, R. B.; ARAUJO, F. R. C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s. l.], v. 44, n. 2, p. 197-202, fev. 2009.

ZUIN, R.G.; BUZANSKAS, M.e.; CAETANO, S.L.; VENTURINI, G.C.; GUIDOLIN, D.G.F.; GROSSI, D.A.; CHUD, T.C.s.; PAZ, C.C.P.; LÔBO, R.B.; MUNARI, D.P.. Genetic analysis on growth and carcass traits in Nelore cattle. **Meat Science**, [S.L.], v. 91, n. 3, p. 352-357, jul. 2012. Elsevier BV.