

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

SELEÇÃO DE NOVILHAS NELORE POR CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E
CORRELAÇÃO COM A EFICIÊNCIA REPRODUTIVA

VITÓRIA APARECIDA MORATO RIBEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de Mestre
em Zootecnia.

BOTUCATU – SP
Junho 2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

SELEÇÃO DE NOVILHAS NELORE POR CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E
CORRELAÇÃO COM A EFICIÊNCIA REPRODUTIVA

VITÓRIA APARECIDA MORATO RIBEIRO

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cyntia Ludovico Martins

Coorientador: Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de Mestre
em Zootecnia.

BOTUCATU – SP
JUNHO 2024

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: MARIA CAROLINA A. CRUZ E SANTOS-CRB 8/10188

Ribeiro, Vitória Aparecida Morato.

Seleção de novilhas Nelore por características de carcaça e correlação com a eficiência reprodutiva / Vitória Aparecida Morato Ribeiro. - Botucatu, 2024

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu

Orientador: Cyntia Ludovico Martins

Coorientador: Mário De Beni Arrigoni

Capes: 50405004

1. Nelore (Bovino). 2. Leptina. 3. Ultrassom. 4. Carcaças.

Palavras-chave: Carcaça; Leptina; Marmoreio;
Tireoglobulina; Ultrassom.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Câmpus de Botucatu



ATESTADO DE APROVAÇÃO - DEFESA

Atestamos que **VITÓRIA APARECIDA MORATO RIBEIRO**, RA nº: ZNP220043, RG nº 38.158.487-2, expedido pela SSP/SP, defendeu, no dia 20/06/2024, a dissertação intitulada **SELEÇÃO DE NOVILHAS NELORE POR CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E CORRELAÇÃO COM A EFICIÊNCIA REPRODUTIVA**, junto ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Curso de Mestrado Acadêmico, tendo sido 'APROVADA'.

Atestamos ainda que a obtenção do título dependerá de homologação pelo Órgão Colegiado competente.

Botucatu, 20 de junho de 2024

Claudia Cristina Moreira

CP Carlos Pazini Junior
Supervisor da Seção Técnica de
Pós-Graduação

BIOGRAFIA DO AUTOR

Vitória Aparecida Morato Ribeiro – nascida em 03 de agosto de 1997, na cidade de São Paulo /SP, filha de Eliana Aparecida Rossi Morato Ribeiro e Hélio José Ribeiro, concluiu o ensino fundamental e médio na cidade de Pirassununga /SP, no colégio Objetivo Integrado no ano de 2014. Ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Câmpus de Botucatu, em março de 2017 e graduou-se em janeiro de 2022. Em março de 2022 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia da Unesp – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Câmpus de Botucatu, onde foi bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/ CAPES. Atua na área de produção de bovinos de corte.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Eliana Aparecida Rossi Morato Ribeiro e Hélio José Ribeiro, expresso profunda gratidão por terem me proporcionado uma sólida estrutura familiar desde o início e por terem investido no meu futuro. Sou eternamente grata pelo apoio incondicional e por tudo o que me concederam, permitindo que eu alcançasse a melhor formação possível. Sempre presentes em todas as áreas da minha vida, oferecendo conselhos, ensinamentos e apoio inestimável, contribuindo significativamente para o meu crescimento e desenvolvimento.

Aos meus avós maternos (in memoriam) Hilda Rossi Morato e João Baptista de Camargo Morato, expresso profunda gratidão pelas histórias inspiradoras de vida simples, que despertaram minha admiração e respeito pela vida e pela lida no campo. Suas experiências e ensinamentos foram fontes inesgotáveis de inspiração, moldando minha compreensão e apreço pelo árduo trabalho e pela beleza da vida rural. Suas histórias ecoam em meu coração, incentivando-me e guiando-me em minha jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço sinceramente a todos que contribuíram para a realização desta dissertação.

Em primeiro lugar, gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus. Sua orientação, cuidado e provisão foram evidentes desde o início desta jornada acadêmica. Antes mesmo de ingressar na universidade, Deus já havia traçado um futuro repleto de pessoas incríveis que tornaram desde a minha graduação os melhores anos da minha vida. Ele mudou totalmente o caminho que eu havia traçado, mostrou-me a vida por uma outra perspectiva e preencheu-me com seu amor incondicional.

A minha orientadora, Prof. Dra. Cyntia Ludovico Martins, pela orientação, paciência e apoio inestimáveis ao longo deste processo. Seu conhecimento e incentivo foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni, pela acolhida, conversas e conselhos, por todo suporte na elaboração e aprimoramento deste projeto.

Meus sinceros agradecimentos também vão para o Prof. Dr. Guilherme Nogueira e toda sua equipe do Laboratório de Endocrinologia Animal, UNESP - Câmpus de Araçatuba, por auxiliarem nas análises de Leptina, para a pesquisadora Mirele Poleti e toda a equipe do Laboratório de Oncologia Comparada e Translacional (LOCT), FZEA/USP - Câmpus de Pirassununga, por auxiliarem nas análises de Tireoglobulina e ao Prof. Dr. Paulo Henrique Mazza Rodrigues do Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP) FMVZ/ USP - Câmpus de Pirassununga, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Zootecnista e Médico Veterinário Douglas Rodrigues, também gerente da Fazenda Boa Vista - Nova Andradina/MS, responsável pelo projeto conduzido nas novilhas, expressei meu sincero agradecimento por sua colaboração. Agradeço por organizar os manejos e por ajustar a rotina da fazenda para a realização das coletas, pela hospedagem e pela parceria ao longo de todo o projeto. Sua dedicação e suporte foram fundamentais para o sucesso desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Ciniro Costa, Prof. Dr. José Carlos de Figueiredo Pantoja e Dr^a. Cristiana Andrighetto, por aceitarem e participarem da minha banca de qualificação e defesa, e contribuírem para o aprimoramento desta dissertação.

Um agradecimento especial à minha amiga e companheira, Bianca Torin. Tivemos a oportunidade de morar juntas durante a graduação e também durante o meu primeiro ano de

mestrado. Sua presença constante ao meu lado foi fundamental, oferecendo apoio e incentivo nos momentos mais desafiadores. Nossa amizade ao longo dos anos foi não apenas essencial, mas eterna para mim, e suas palavras de encorajamento me impulsionaram para lugares que eu jamais alcançaria sozinha. 'Um homem sozinho pode ser vencido, mas dois conseguem defender-se. Um cordão de três dobras não se rompe com facilidade' Eclesiastes 4:12. Obrigada, miga Bi, por sua amizade e por ser esse elo tão forte em minha vida. Te amo!

Aos meus amigos de vida e de pós-graduação, André Francischinelli e Daniel Gouvêa, gostaria de expressar minha profunda gratidão pela companhia constante nas aulas, estudos na salinha, e pelos nossos momentos de café com fofoca no posto. A presença e o apoio de vocês foram essenciais em todas as fases da construção desta dissertação. Saibam que serei eternamente grata por todo o suporte que me proporcionaram, desde as coletas até a escrita deste projeto. Amo vocês!

A equipe da Pós-Graduação, por todo suporte acadêmico e orientação, ao Conselho de Pós-Graduação em Zootecnia FMVZ/ UNESP - Câmpus de Botucatu pela oportunidade, e comprometimento com a formação dos alunos e a todos os colaboradores do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, por todo auxílio, atenção e serviços prestados.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A todos aqueles que não foram citados, mas contribuíram para o êxito deste projeto.

MUITO OBRIGADA!!!

“O coração do homem traça seu caminho,
mas o Senhor lhe dirige os passos”
(Provérbios 16:9)

RESUMO GERAL

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

Os desafios enfrentados pela pecuária brasileira para aprimorar os índices produtivos e elevar a qualidade dos produtos cárneos têm impulsionado a busca por estratégias que visam atingir o equilíbrio na composição corporal dos animais. Essas estratégias visam promover maior deposição muscular, melhor distribuição do tecido adiposo e aprimoramento da funcionalidade reprodutiva, especialmente nas fêmeas. A estratégia adotada em nosso estudo fundamenta-se na aplicação da técnica de ultrassonografia para a seleção de novilhas da raça Nelore com base em características de carcaça. O objetivo foi avaliar o impacto dessa seleção na eficiência reprodutiva por meio de índices reprodutivos, análise do perfil sanguíneo para o hormônio Leptina plasmática, desempenho da progênie e expressão do gene Tireoglobulina tanto na população das fêmeas quanto dos bezerros. Para isso foram utilizadas 355 novilhas da raça Nelore entre 20 e 24 meses de idade, distribuídas em 4 grupos de acordo com ultrassom de carcaça sendo a Classe A, composta por 109 novilhas, selecionadas AOL/100kg ($16,91 \pm 1,45$), EGS/100kg ($1,22 \pm 0,23$) e MAR % ($3,49 \pm 0,36$), Classe B, 37 novilhas selecionadas por AOL/100kg ($17,40 \pm 1,61$), e EGS/100kg ($1,21 \pm 0,18$), Classe C, composta por 134 novilhas, selecionadas por AOL/100kg ($17,47 \pm 1,50$) e Classe D, constituída por 75 selecionadas por EGS/100kg ($1,21 \pm 0,21$). Os dados foram analisados pelo PROC ANOVA do SAS® para $p < 0,05$. A seleção de novilhas Nelore por meio de classes formadas a partir de características de carcaça não demonstrou influência significativa na taxa de prenhez, taxa de concepção e taxa de prenhez acumulada ($p > 0,05$). Da mesma forma, o peso ($p = 0,30$) e o ganho de peso ($p = 0,63$) dos bezerros não apresentaram diferenças significativas de acordo com a classificação das mães. Além disso, não foram identificadas relações entre o grau de marmoreio e a expressão do gene da Tireoglobulina em novilhas, bezerros e touros ($p = 1,00$). Também não foram observadas diferenças nos níveis de Leptina plasmática entre as diferentes classes de novilhas ($p = 0,91$).

Palavras-chave: marmoreio; leptina; tireoglobulina; ultrassom; carcaça.

ABSTRACT

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28

The challenges faced by Brazilian livestock farming to enhance productivity indices and elevate the quality of meat products have driven the search for strategies aimed at achieving balance in the animals' body composition. These strategies aim to promote greater muscle deposition, better distribution of adipose tissue, and improvement of reproductive functionality, especially in females. The strategy adopted in our study is based on the application of ultrasound technique for selecting Nelore heifers based on carcass characteristics. The objective was to assess the impact of this selection on reproductive efficiency through reproductive indices, analysis of blood profile for plasma Leptin hormone, progeny performance, and expression of the Thyroglobulin gene in both the female and calf populations. For this purpose, 355 Nelore heifers aged between 20 and 24 months were used, distributed into 4 groups according to carcass ultrasound, with Class A composed of 109 heifers selected by REA/100kg (16.91 ± 1.45), BFT/100kg (1.22 ± 0.23), and MAR% (3.49 ± 0.36), Class B consisting of 37 heifers selected by REA/100kg (17.40 ± 1.61) and BFT/100kg (1.21 ± 0.18), Class C composed of 134 heifers selected by REA/100kg (17.47 ± 1.50), and Class D consisting of 75 selected by BFT/100kg (1.21 ± 0.21). The data were analyzed using PROC ANOVA from SAS® for $p < 0.05$. The selection of Nelore heifers through classes formed from carcass characteristics showed no significant influence on pregnancy rate, conception rate, and accumulated pregnancy rate ($p > 0.05$). Similarly, the weight ($p = 0.30$) and weight gain ($p = 0.63$) of calves did not show significant differences according to maternal classification. Furthermore, no relationships were identified between marbling degree and Thyroglobulin gene expression in heifers, calves, and bulls ($p = 1.00$). Likewise, no differences were observed in plasma Leptin levels among the different classes of heifers ($p = 0.91$).

Keywords: marbling; leptina; thyroglobulin; ultrasound; carcass.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 2

Figura 1. Critérios de classificação das novilhas Nelore.....	43
Figura 2. Diagrama do protocolo de IATF.....	46
Figura 3. Cronologia de acontecimentos.....	49

LISTA DE TABELAS**CAPÍTULO 2**

- Tabela 1.** Peso inicial e características de carcaça mensuradas por ultrassonografia de fêmeas da raça Nelore, divididas em classes de acordo com as características de carcaça.....53
- Tabela 2.** Taxas de prenhez, concepção e taxa de prenhez acumulada a inseminação artificial nos diferentes diagnósticos de gestação ao longo da estação de monta de novilhas Nelore distribuídas em diferentes classes de composição de carcaça por ultrassom.....55
- Tabela 3.** Peso vivo e do escore de condição corporal ao início e ao final da estação de monta, de fêmeas Nelore distribuídas em diferentes classes de composição de carcaça por ultrassom.....56
- Tabela 4.** Taxas de prenhez, taxa de concepção e taxa de prenhez acumulada nos diferentes diagnósticos de gestação ao longo da estação de monta por faixa de escore de condição corporal de novilhas Nelore distribuídas em diferentes classes de composição de carcaça por ultrassom.....57
- Tabela 5.** Peso ao nascimento de bezerros nascidos de novilhas Nelore distribuídas em diferentes classes de composição de carcaça por ultrassom.....58
- Tabela 6.** Ganho médio diário de peso (GMD) dos bezerros nascidos de novilhas Nelore distribuídas em diferentes classes de composição de carcaça por ultrassom.....59
- Tabela 7.** Frequências alélicas do polimorfismo do gene TG entre as classes de novilhas Nelore distribuídas em diferentes classes de composição de carcaça por ultrassom.....59
- Tabela 8.** Associação entre as Classes e as concentrações de Leptina plasmática, espessura de gordura subcutânea, marmoreio, escore de condição corporal e peso final de novilhas Nelore distribuídas em diferentes classes de composição de carcaça por ultrassom.....60
- Tabela 9.** Análise descritiva dos níveis de Leptina plasmática, frequência alélica do gene Tireoglobulina, espessura de gordura subcutânea e marmoreio dos touros.....60

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AOL	Área de olho de lombo
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
cm ²	Centímetros quadrados
DG	Diagnóstico de gestação
DGT	Designer Genes Technologies
ECC	Escore de condição corporal
EGG	Espessura de gordura na garupa
EGS	Espessura de gordura subcutânea
EM	Escore de marmoreio
EPM	Erro padrão da média
IA	Inseminação artificial
IATF	Inseminação artificial em tempo fixo
IGF-I	Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1
i.m	Intramuscular
AIFT	Artificial Insemination by Fixed Time
Kg	Quilogramas
LH	Hormônio luteizante
M1- M12	Momento1 – momento12
MAR	Marmoreio
MHz	Mega hertz
mm	Milímetros
ng/mL	Nanograma por milímetros
PB	Peso do bezerro
GPB	Ganho de peso bezerro
PV	Peso vivo
RMP	Rotações por minuto
s.c	subcutânea
T3	Triiodotironina 3
T4	Triiodotironina 4
TC%	Taxa de concepção

TG	Tireoglobulina
TP%	Taxa de prenhez
TPac%	Taxa de prenhez acumulada
UGC	Ultrasound Guidelines Council
UNESP	Universidade estadual paulista
US	Ultrassonografia de carcaça
USDA	United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
1. REVISÃO DA LITERATURA	18
1.1. Predição da composição de carcaça por Ultrassonografia.....	18
1.2. Marmoreio na carne bovina.....	21
1.3. Correlação entre características de carcaça e eficiência reprodutiva.....	25
2. OBJETIVOS GERAIS	28
REFERÊNCIAS	29

CAPÍTULO 2. Seleção de novilhas Nelore por características de carcaça e correlação com a eficiência reprodutiva.

1. INTRODUÇÃO	41
2. MATERIAL E MÉTODOS	42
2.1. Critérios de inclusão dos animais.....	42
2.2. Delineamento experimental.....	44
2.3. Protocolo de Inseminação artificial em tempo fixo nas novilhas Nelore.....	44
2.4. Determinação das características das carcaças (variáveis independentes)	46
2.5. Determinação dos desfechos (variáveis dependentes)	47
2.6. Parâmetros avaliados: Eficiência reprodutiva de novilhas bovinas de corte.....	48
2.7. Cronograma de amostragem longitudinal dos animais.....	48
2.8. Avaliação do perfil de Leptina plasmática.....	50
2.9. Avaliação da expressão gênica para o gene da Tireoglobulina (TG) relacionado com a presença do marmoreio em bovinos.....	50
2.10. Análise estatística	51
3. RESULTADOS	53
4. DISCUSSÃO	61
5. CONCLUSÃO	66
6. LITERATURA CITADA	67
IMPLICAÇÕES	72

CAPÍTULO 1

1 **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

2
3 Promover o aumento do peso da carcaça, a diminuição da idade de abate e a adoção de
4 índices de seleção multicaracterísticas tanto para bovinos em terminação quanto para novilhas
5 de reposição, representam práticas gerenciais com significativo impacto na viabilidade da
6 produção de carne bovina (Terry et al., 2021).

7 Durante muito tempo, a seleção genética de bovinos concentrou-se principalmente em
8 características de crescimento, com a expectativa de influenciar positivamente o peso final em
9 sistemas de produção destinados ao mercado de carne. No entanto, essas abordagens de seleção
10 começaram a ter impactos negativos nas características de carcaça e no potencial reprodutivo
11 das fêmeas, com animais de maior porte demonstrando resposta tardia em acabamento de
12 carcaça e eficiência reprodutiva em comparação aos de menor porte (Pereira et al., 2017;
13 Warren et al., 2019; Terry et al., 2021).

14 Frente a isso, a composição da carcaça e o seu impacto no desempenho reprodutivo
15 principalmente em novilha, por representarem a categoria de maior desafio na produção de
16 bezerros, tem ganhado destaque e pesquisas vêm buscando respostas na maneira que a
17 composição corporal pode afetar o desempenho reprodutivo nas fêmeas (Brunes, 2024; Yokoo,
18 2009).

19 Sabe-se da importância do peso e da composição corporal para o início da puberdade.
20 O peso atingido na idade adulta serve como indicador para a entrada de novilhas na fase
21 reprodutiva. Essas novilhas devem alcançar peso próximo ao peso adulto para minimizar os
22 desafios reprodutivos associados ao crescimento nessa fase, evitando assim baixos índices de
23 reprodução (Pimentel et al., 2001), porém, esse fato culmina muitas vezes na exposição tardia
24 das fêmeas principalmente da raça Nelore por apresentarem características de crescimento
25 tardias.

26 A partir disso, a modulação das características de carcaça pode ser crucial no início da
27 fase reprodutiva, parto precoce e idade ao primeiro parto, influenciando diretamente a eficiência
28 reprodutiva das fêmeas bovinas. Assim, a melhoria da condição de carcaça e a seleção genética
29 de atributos ligados à precocidade sexual surgem como estratégias promissoras para reduzir a
30 idade da puberdade e aumentar as taxas de prenhez.

31 Sendo assim, produtores podem adotar práticas de manejo direcionadas, considerando
32 fatores como peso ao nascer, deposição de gordura e condição corporal, a fim de otimizar as
33 taxas de concepção e promover a puberdade precoce nas novilhas, contribuindo para aumentar

1 a eficiência reprodutiva e, conseqüentemente, a produtividade e sustentabilidade do sistema de
2 produção de bovinos de corte (Bis et al., 2024; Brunes et al., 2022).

3 As características de carcaça comumente utilizadas para a avaliação da composição
4 corporal dos animais são área de olho de lombo (AOL) que representa a área de uma secção
5 transversal do músculo *Longissimus thoracis* entre as 12^a e 13^a costelas, servindo como
6 indicador de musculosidade. A espessura de gordura subcutânea (EGS), por sua vez,
7 corresponde à espessura do depósito de gordura subcutânea entre as 12^a e 13^a costelas,
8 refletindo o grau de acabamento da carcaça, a qual influencia tanto na qualidade da carne,
9 protegendo a carcaça durante o resfriamento, quanto em questões sensoriais e marmoreio
10 (MAR), outro parâmetro importante, indicador da quantidade de gordura entremeada na carne,
11 o que afeta suas características sensoriais e sua aceitação pelo consumidor. Todas essas medidas
12 são obtidas por meio de mensurações realizadas por ultrassom de carcaça, oferecendo uma
13 análise precisa e não invasiva da composição corporal dos animais (Yokoo et al., 2009; 2011).

14 O início da vida reprodutiva de novilhas é um acontecimento de grande importância
15 para a sustentabilidade e a viabilidade econômica do sistema de produção, pois está diretamente
16 associado à produção de carne e à reposição do rebanho (Lima & Schraiber, 2011). Muito tem
17 sido estudado sobre a precocidade sexual e a capacidade das novilhas de se tornarem prenhes,
18 visando identificar características de seleção que impactem não apenas no potencial produtivo,
19 mas também no desempenho reprodutivo, buscando elevar o potencial genético do rebanho por
20 meio da seleção de características de crescimento e de carcaça obtidas por ultrassom.

21 Considerando que essas características são fundamentais para a manutenção e seleção
22 do rebanho, são necessários mais estudos que avaliem o impacto da seleção por características
23 de carcaça na eficiência reprodutiva de novilhas Nelore, com o objetivo de fornecer
24 informações mais precisas sobre os fatores que influenciam o desempenho sexual de fêmeas
25 jovens.

26 27 **1. Revisão de Literatura**

28 29 **1.1. Predição da composição de carcaça de bovinos por Ultrassonografia**

30
31 A ultrassonografia de carcaça foi proposta como método de predição da composição
32 corporal de bovinos de corte, a partir de 1950 pelo Dr. James Stouffer da Universidade de
33 Cornell, nos Estados Unidos (Sainz e Araújo, 2002). Esta técnica, reconhecida como uma
34 tecnologia economicamente viável e de execução prática, sobressai-se por sua eficácia na

1 estimativa da composição da carcaça, proporcionando alternativa vantajosa comparada às
2 mensurações diretas pós-abate (Fisher, 1997).

3 O entendimento da composição corporal dos animais e seu impacto nas características
4 produtivas é essencial para orientar de forma precisa a seleção de animais de alto desempenho,
5 ampliar o mérito genético da progênie e elevar a qualidade do produto final na indústria de
6 produção de bovinos (Coutinho, 2014; Bonin, 2012; Cucco, 2010). Isso porque o conhecimento
7 do conjunto de características correlacionadas pode favorecer o grau e a direção da seleção,
8 controlar os efeitos de uma característica sobre a outra e incluir cada vez mais fatores que
9 possam ser modulados por uma mesma característica (Ferriani, 2006; Garnerio *et al.*, 2002).

10 As medições obtidas por meio da ultrassonografia no músculo *Longissimus thoracis*
11 proporcionam a avaliação *in vivo* do nível de musculosidade e adiposidade em animais (Perkins
12 *et al.*, 1992; Wilson, 1992; Herring *et al.*, 1998). As características empregadas nessa avaliação
13 incluem a área de olho de lombo (AOL), expressa em centímetros quadrados (cm²), a espessura
14 de gordura subcutânea (EGS), expressa em milímetros (mm), e o marmoreio (MAR), expresso
15 em porcentagem (%) ou por escalas visuais, sendo essas características avaliadas na região entre
16 a 12^a e 13^a costelas do músculo *Longissimus thoracis* (Yokoo *et al.* 2009; Yokoo *et al.*, 2011).

17 A seleção de reprodutores para aprimoramento das características de carcaça,
18 especificamente em termos de rendimento, pode ser conduzida pela escolha de animais com
19 maior AOL, característica diretamente associada ao grau de musculosidade da carcaça,
20 indicando maior quantidade de carne presente, aspecto que impacta significativamente na
21 redução dos custos fixos do processamento de carcaças no frigorífico e na produção animal
22 como um todo (Yokoo *et al.*, 2013).

23 Quadros *et al.* (2022), avaliaram as características de carcaça e o rendimento de cortes
24 comerciais em novilhos das raças Crioula Lageana e Nelore, utilizando escores visuais como
25 recomendado por Müller (1987). A raça Crioula Lageana apresentou maior AOL e maior
26 proporção de cortes em relação ao peso de carcaça, demonstrando a capacidade da AOL em ser
27 um indicador relevante do rendimento de cortes cárneos da carcaça, apresentando correlação
28 positiva com a porção comestível, corroborando com estudos anteriores (Luchiari Filho, 2000;
29 Ribeiro, 1993; Felício e Norman, 1978; Briquet Junior, 1967). No entanto, no estudo em
30 questão, é conveniente ressaltar que apesar da maior AOL, essa não refletiu necessariamente
31 em maior rendimento de carcaça, onde a raça Nelore obteve desempenho superior. Essa
32 disparidade pode ser explicada pela seleção natural da raça, na qual a Crioula, devido à
33 participação de raças taurinas na sua composição, obteve maior desenvolvimento de

1 componentes que não compõem a carcaça, contribuindo para a redução no rendimento de
2 carcaça.

3 Porém, é válido ressaltar a importância da utilização de métodos confiáveis para a
4 avaliação da composição corporal dos animais, a metodologia de avaliação das características
5 de carcaça por escalas visuais, pode gerar resultados equivocados, pois são mais passíveis de
6 erro e confundimento, principalmente quando os indivíduos avaliados apresentam diferenças
7 discretas; a ultrassonografia de carcaça por sua vez, possibilita reduzir a problemática da
8 subjetividade das avaliações visuais da composição corporal, gerando informação objetiva,
9 tendo ainda como vantagem ser realizada *in vivo*, sem a necessidade de abater o animal,
10 tornando viável e rápida a seleção de touros e matrizes para características de
11 carcaça.

12 O tecido adiposo, determinado a partir das mensurações da característica EGS, é
13 depositado por último, marcando a maturidade fisiológica do animal. Nesse estágio, o
14 crescimento muscular atinge seu ápice, e qualquer ganho de peso subsequente é composto
15 predominantemente por gordura (Owens *et al.*, 1995).

16 A deposição do tecido adiposo ocorre das extremidades para o centro, uma medida
17 crucial para determinar a completa cobertura da carcaça. Além de indicar maturidade, a gordura
18 subcutânea desempenha um papel relevante no resfriamento da carcaça, agindo como eficiente
19 isolante térmico (Felício, 1997). Carcaças com adequada cobertura de gordura mitigam efeitos
20 adversos como desidratação e encurtamento das fibras musculares (*cold shortening*) durante o
21 resfriamento, fatores que podem resultar no endurecimento da carne (Felício, 1998).

22 Sugisawa *et al.* (2006), relataram que as mensurações de EGS obtidas por
23 ultrassonografia em bovinos jovens das raças Nelore, ½ Angus Nelore, ½ Simental Nelore e
24 Canchim, criados no sistema de produção do novilho superprecoce, apresentaram correlações
25 positivas com a porcentagem de tecido adiposo, e correlações negativas com as porcentagens
26 de músculo e tecido ósseo, destacando a importância da EGS como indicador na avaliação da
27 composição corporal desses animais.

28 O equilíbrio entre AOL e EGS assegura uniformidade nos animais, tanto em termos de
29 produtividade quanto de eficiência reprodutiva. A seleção com exclusividade na AOL está
30 associada a maior musculabilidade, porém apresenta correlação negativa com a precocidade,
31 indicando que animais altamente musculados são propensos a serem mais tardios, tanto em
32 termos reprodutivos quanto produtivos. Por outro lado, o excesso de EGS, característica
33 relacionada à quantidade de cortes na carcaça, resulta em menor proporção de carne para maior
34 proporção de gordura, culminando em animais de pesos menores na maturidade, mesmo que

1 sejam mais precoces em termos reprodutivos (Suguisawa et al., 2003; Yokoo, 2008; Luchiari
2 Filho, 2000).

3 Diante das possibilidades de uso tanto para a seleção genética, quanto para a
4 determinação do momento ótimo de abate, a tecnologia de ultrassonografia de carcaça emerge
5 como uma solução para mitigar a subjetividade na avaliação da composição corporal,
6 permitindo a compreensão do potencial genético dos animais, resultando em redução de custos
7 para o produtor, impulsionada por uma estratégia de manejo mais eficiente dos animais e a
8 seleção direcionada de acordo com a necessidade de melhoramento do rebanho (Tedeschi; Fox;
9 Guiroy, 2004; Tedeschi, 2006).

11 **1.2. Marmoreio na carne bovina**

12
13 O depósito de gordura em ruminantes ocorre em quatro locais distintos: a gordura
14 visceral, localizada dentro da cavidade abdominal entre os órgãos; a gordura subcutânea,
15 situada sob a pele dos animais e responsável pela maior proporção de gordura na carcaça; a
16 gordura intermuscular, localizada entre os músculos; e a gordura intramuscular, localizada entre
17 as fibras musculares (Don V. *et al.*, 2021) O conteúdo de gordura intramuscular, denominado
18 marmoreio, refere-se à presença de depósitos de gordura visíveis entre as fibras musculares
19 (Hocquete *et al.*, 2010). Esses depósitos podem ser avaliados por meio de ultrassonografia de
20 carcaça entre as 12^a e 13^a costelas do músculo *Longissimus thoracis* ou visualmente por
21 avaliadores capacitados na interface do músculo esquelético (Harris *et al.*, 2018; Nguyen *et al.*,
22 2017).

23 Estudos indicaram que o grau de marmoreio na carne aumentou posteriormente em
24 relação ao restante do depósito de gordura corporal, sugerindo uma ordem lógica na deposição
25 de diferentes tipos de gordura (Berg & Butterfield, 1976; Shorthose & Harris, 1991; Menezes
26 *et al.*, 2005). Por outro lado, alguns autores argumentam que diversos fatores podem influenciar
27 essa ordem, como alterações na curva de crescimento ou variações nos níveis alimentares em
28 diferentes fases da vida (Menezes *et al.*, 2005; Vaz & Restle, 2003).

29 Portanto, a deposição de gordura, especialmente a de marmoreio, constitui um processo
30 biológico complexo, podendo ser regulado tanto pelo potencial genético (Martins *et al.*, 2015)
31 quanto pelo manejo nutricional (Ramírez-Zamudio *et al.*, 2023), envolvendo uma complexa
32 interação de enzimas, hormônios e metabólitos que desempenham papéis fundamentais na
33 regulação do metabolismo, deposição e diferenciação das células adiposas (Bonnet *et al.*,
34 2010).

1 O desenvolvimento da gordura intramuscular está intimamente relacionado ao tipo de
2 fibra muscular e ao padrão metabólico do metabolismo energético expresso pelo tecido
3 muscular (Pethick *et al.*, 2007). Estudos conduzidos com novilhos de diferentes genótipos
4 (Angus, Japanese Black x Angus e Limousin), expressando níveis variados de marmoreio,
5 mostraram que os músculos mais glicolíticos tendem a apresentar menores quantidades de
6 gordura intramuscular (Hocquette *et al.*, 2003). Além disso, há evidências que bovinos
7 altamente musculosos, ou seja, mais glicolíticos, tendem a ter menos gordura na carcaça
8 (Pethick *et al.*, 2005). As diferenças na deposição de marmoreio entre raças podem ser
9 atribuídas às variações no metabolismo energético e na expressão de genes reguladores (Wang
10 *et al.*, 2017; Dinh *et al.*, 2010). Estudos mostram que raças com maior teor de marmoreio
11 apresentam expressão regulada positivamente de genes adipogênicos, como ZFP423, PPAR γ e
12 C/EBP α (Duarte *et al.*, 2013; Martins *et al.*, 2015).

13 A adipogênese, o processo pelo qual as células-tronco mesenquimais se diferenciam em
14 adipócitos, é mediada por uma série de fatores reguladores, como a proteína α de ligação ao
15 intensificador de citidina-citidina-adenosina-timidina (C/EBP α) e o receptor γ ativado por
16 proliferador de peroxissoma (PPAR γ) (Du *et al.*, 2015; Wei *et al.*, 2019). Estudos indicam que
17 a expressão diferencial de genes, como ZFP423, PPAR γ e C/EBP α , pode influenciar na
18 adipogênese e, conseqüentemente, no conteúdo de gordura intramuscular (Duarte *et al.*, 2013;
19 Martins *et al.*, 2015).

20 A lipogênese, processo de síntese endógena de ácidos graxos, é regulada por diversos
21 fatores e genes (Ladeira *et al.*, 2016). Em ruminantes, o acetato e a glicose são os principais
22 precursores da biossíntese de ácidos graxos, com adipócitos subcutâneos preferindo acetato e
23 adipócitos intramusculares preferindo glicose (May *et al.*, 1995).

24 Pethick *et al.* (1997 e 2004) sugeriram que dietas capazes de promover a fermentação
25 máxima no rúmen para produzir precursores gliconeogênicos, como o propionato, e de
26 maximizar a digestão do amido no intestino delgado, podem aumentar a deposição de gordura
27 intramuscular. Essas dietas, geralmente associadas a altos níveis de processamento, aumentam
28 a acessibilidade dos grânulos de amido dietético às amilases microbianas e intestinais,
29 maximizando assim a disponibilidade de glicose para o animal em engorda (Rowe *et al.*,
30 1999).

31 A lógica por trás dessa hipótese reside no potencial dessas dietas em promover maiores
32 níveis de hormônios anabólicos, como a insulina, conhecidos por estimular a lipogênese. Além
33 disso, tais dietas fornecem maiores níveis de energia líquida para a lipogênese, o que explica
34 por que a alimentação com maior proporção de grãos promove maior desenvolvimento de

1 gordura intramuscular em comparação com a terminação em pasto, onde majoritariamente a
2 dieta é composta por carboidratos fibrosos (Pethick *et al.*, 2004). Há evidências que os
3 adipócitos intramusculares preferem a utilização de carbono glicose/propionato, enquanto o
4 tecido adiposo subcutâneo utiliza principalmente acetato como fonte de unidades acetil para a
5 lipogênese (Smith & Crouse, 1984).

6 O controle dinâmico da partição e armazenamento de nutrientes depende do equilíbrio
7 entre a demanda energética do tecido e a oferta de energia. Em ruminantes, esse equilíbrio é
8 mantido por meio da integração de diversos sinais que comunicam o estado nutricional do
9 organismo à periferia, incluindo insulina, hormônio do crescimento (GH), cortisol,
10 catecolaminas, ácidos graxos não esterificados (NEFA), glicose e adipocinas como a leptina
11 (Chilliard *et al.*, 1998; Chilliard *et al.*, 2005).

12 A insulina e o GH exercem funções cruciais na regulação da partição de nutrientes.
13 Estudos apontam uma relação GH/insulina mais acentuada em novilhos que em novilhas
14 (Gettys *et al.*, 1988), durante a fase inicial do crescimento (Hornick *et al.*, 2000), e em bovinos
15 Holandeses em comparação com raças de origem japonesa (Shingu *et al.*, 2001). Essa relação
16 reflete os efeitos do GH, que promove o crescimento muscular, e os efeitos da insulina, que
17 estimula o armazenamento de nutrientes.

18 Adicionalmente, a leptina desempenha um papel fundamental na regulação do
19 metabolismo energético. A sua secreção pelo tecido adiposo branco (TAB) aumenta conforme
20 a gordura corporal ou a ingestão de energia aumentam, elevando o gasto de energia e a oxidação
21 de ácidos graxos, além de inibir a formação de gordura no TAB e reduzir o apetite. A leptina
22 plasmática é mais baixa em novilhos que em novilhas (Brandt *et al.*, 2007) e em raças magras
23 que em raças gordas (Chilliard *et al.*, 2005), o que pode favorecer o crescimento muscular
24 precoce em bovinos de maturação tardia. Portanto, novilhos magros geralmente apresentam
25 metabolismo oxidativo reduzido, diminuição na leptinemia e na expressão gênica da leptina em
26 comparação com novilhos gordos (Jurie *et al.*, 2007; Underwood *et al.*, 2008; Bonnet *et al.*,
27 2010).

28 No estudo conduzido por Kawakita *et al.* (2001), não foi encontrado correlação
29 significativa entre os níveis de leptina no plasma e o grau de marmoreio no músculo
30 *Longissimus dorsi*, assim como relatado por Sanches (2006), indicando uma limitação na
31 utilização da leptina como preditor do marmoreio. No entanto, Geary *et al.* (2001) identificaram
32 uma correlação positiva entre o marmoreio e a concentração de leptina em diferentes grupos
33 genéticos de bovinos, sugerindo potencial para o uso da leptina como indicador do grau de
34 marmoreio em certos contextos.

1 Por outro lado, Cianzio *et al.* (1985) apontaram que o tamanho e o número de células
2 adiposas são determinantes na produção de leptina, o que pode influenciar o marmoreio da
3 carne bovina. Apesar disso, Gillis *et al.* (2004) indicaram que a proporção de leptina no tecido
4 adiposo não varia significativamente entre diferentes depósitos de gordura, o que pode
5 complicar a interpretação dos níveis de leptina como indicador específico do marmoreio.

6 Portanto, enquanto alguns estudos sugerem relação entre a leptina e o marmoreio, a
7 diversidade de resultados e os diversos fatores envolvidos destacam a complexidade dessa
8 associação e a necessidade de considerar múltiplos aspectos na interpretação dos níveis de
9 leptina como marcadores do marmoreio da carne bovina. O gene da tireoglobulina (TG),
10 localizado no cromossomo 14 bovino, desempenha um papel crucial na regulação da
11 distribuição de gordura intramuscular. Barendse (1999) destacou o TG como um candidato
12 promissor para essa característica, identificado por sua associação com o microssatélite
13 CSSM66, relacionado ao marmoreio. Estudos genéticos revelaram que polimorfismos nesse
14 gene, como o detectado na sequência 5', estão associados à marmorização da carne, sendo o
15 alelo T, em posição específica, relacionado ao maior teor de gordura intramuscular (Barendse
16 *et al.*, 2004).

17 Barreto *et al.* (2012), em estudo com a raça Pantaneira, confirmaram essa associação,
18 observando que a frequência do alelo T, associado a maior quantidade de gordura
19 intramuscular, era superior a 57% na população estudada. Por outro lado, raças de origem
20 zebuína tendem apresentar maior frequência do alelo C, relacionado a menor distribuição de
21 gordura intramuscular (Marshall, 1999; Fortes *et al.*, 2007; Ripoli *et al.*, 2011).

22 Os hormônios tireoidianos desempenham um papel crucial no metabolismo da gordura,
23 influenciando a deposição de gordura intramuscular (Obregon, 2014). A tiroxina (T4) e a
24 triiodotironina (T3), produzidas pela glândula tireoide, estão associadas ao aumento do
25 metabolismo basal, promovendo o gasto de energia e a oxidação dos ácidos graxos, em vez de
26 seu armazenamento como gordura (Obregon, 2014; Mears *et al.*, 2001).

27 Estudos indicam que a expressão do gene THRSP, regulada pelos hormônios
28 tireoidianos, é maior em músculos com elevado marmoreio, sugerindo sua influência na
29 deposição de gordura (Kuemmerle *et al.*, 2011; Komolka *et al.*, 2014). Além disso,
30 polimorfismos no gene TG, precursor dos hormônios tireoidianos, afetam diretamente a
31 deposição de gordura intramuscular, evidenciando o papel dos hormônios tireoidianos nesse
32 processo (Anton *et al.*, 2013).

33 Fica evidente a importância dos fatores genéticos, hormonais e ambientais na deposição
34 de gordura intramuscular. A identificação de genes como a Tireoglobulina e a compreensão dos

1 mecanismos envolvidos na regulação do metabolismo de gordura pelos hormônios tireoidianos
2 destacam-se como aspectos cruciais para entender e aprimorar o marmoreio da carne.

3 A seleção de animais com características genéticas favoráveis ao marmoreio, aliada a
4 práticas de manejo adequadas, pode resultar em produtos finais de melhor qualidade e valor
5 comercial. Compreender esses aspectos não apenas beneficia os produtores, permitindo a
6 produção de carne mais valorizada no mercado, mas também atende às demandas dos
7 consumidores por produtos mais saborosos e suculentos. Assim, investir em práticas que
8 promovam o marmoreio pode ser crucial para o avanço e a sustentabilidade da indústria
9 pecuária.

11 **1.3. Correlação entre características de carcaça e eficiência reprodutiva**

13 A eficiência reprodutiva é um dos principais pilares que influenciam diretamente na
14 produção de bovinos de corte (Mercadante *et al.*, 1996; Donoghue, 2006). A fertilidade
15 determina a quantidade de animais produzidos pelo sistema e desempenha um papel crucial na
16 rentabilidade da atividade (Silva *et al.*, 2003). Dessa forma, otimizar a taxa reprodutiva emerge
17 como uma estratégia para maximizar os resultados econômicos do sistema.

18 Nesse contexto, o melhoramento genético da precocidade sexual das novilhas apresenta-se
19 como uma abordagem eficaz para otimizar o ciclo produtivo dos rebanhos bovinos de corte,
20 pois é intrínseco a eficiência reprodutiva, qualidade da carcaça e produção dos animais
21 (Fernandes *et al.*, 2019).

22 A obtenção de maiores taxas de ganho de peso durante o período prévio à maturidade
23 sexual das novilhas promove desenvolvimento mais rápido e eficiente do aparelho reprodutivo.
24 Esse desenvolvimento precoce contribui para a antecipação da puberdade, resultando em taxas
25 mais elevadas de prenhez e fertilidade. Nesse sentido, o peso corporal e o ganho de peso
26 revelam-se fatores determinantes para a idade à puberdade, enfatizando a importância de
27 práticas de manejo que visem garantir que as novilhas atinjam o peso mínimo necessário para
28 concepção (Rawlings *et al.*, 2003; Maquivar, 2011; Chenoweth, 1994; Nogueira, 2004; Gasser,
29 2006).

30 O processo de puberdade é complexo e envolve a interação de diferentes órgãos do animal,
31 sendo influenciado por fatores genéticos e ambientais. As raças zebuínas, que foram menos
32 selecionadas para precocidade e fertilidade sexual, exibem maior variabilidade genética em
33 comparação com as raças taurinas, o que pode conferir-lhes maior potencial de seleção
34 (Nogueira, 2004). Como resultado, as fêmeas zebuínas tendem a atingir a puberdade com peso

1 e idade mais elevados quando comparadas às fêmeas taurinas (Emerick *et al.*, 2009; Sartori *et*
2 *al.*, 2010).

3 Estudos conduzidos por Mamede (2015), demonstram que os programas de melhoramento
4 genético na raça Nelore estão direcionados de maneira a enfatizar características de relevância
5 produtiva, reprodutiva e de qualidade da carcaça, as quais apresentam associações genéticas
6 favoráveis entre si. Assim, ao priorizar o aprimoramento das características reprodutivas, tanto
7 em machos quanto em fêmeas, espera-se um progresso genético que também influencie
8 positivamente outras características reprodutivas, gerando impactos econômicos positivos nos
9 sistemas de produção. Além disso, é possível que, a longo prazo, os animais com maior
10 precocidade sexual apresentem, não apenas melhores rendimentos de cortes cárneos da carcaça,
11 mas também maior produtividade acumulada e maior permanência das fêmeas no rebanho.

12 No mesmo sentido, Weik *et al.* (2022) investigaram as características de crescimento,
13 ultrassom e carcaça em bovinos das raças Angus e Hereford, buscando avaliar suas correlações
14 com os principais aspectos do desempenho materno. O estudo revelou aumento na eficiência
15 reprodutiva das novilhas de reposição, especialmente aquelas que pariram no início da segunda
16 temporada de acasalamento, estava positivamente associado às características de gordura nos
17 animais durante a fase de terminação.

18 Essa correlação genética positiva foi identificada tanto na ultrassonografia de animais
19 vivos quanto no abate. Portanto, sugere-se que o avanço genético no teor de gordura dos animais
20 em engorda provavelmente elevará a qualidade média do rebanho de reposição, resultando em
21 maior taxa de sucesso na gestação. O estudo concluiu que compreender as relações das
22 características que influenciam tanto na condição materna quanto a fase de terminação é
23 essencial para maximizar a eficiência de todo o rebanho de corte.

24 O aumento da espessura de gordura na garupa (EGG) em novilhas Nelore relatado por
25 Freitas *et al.* (2021), apresentou maior influência tanto na puberdade quanto na taxa de prenhez.
26 Um maior número de novilhas com medida de EGG superior a 3,4 mm alcançou a puberdade,
27 enquanto a taxa de prenhez foi maior para aquelas com EGG superior a 2,5 mm. Estes achados
28 sugerem que o tecido adiposo subcutâneo, avaliado por meio do EGG, desempenha papel
29 significativo na função reprodutiva de novilhas Nelore jovens. Portanto, é essencial que as
30 novilhas submetidas à reprodução apresentem desenvolvimento corporal adequado, refletido na
31 espessura da gordura subcutânea.

32 O tecido adiposo desempenha papel crucial na regulação da reprodução, principalmente
33 por meio da ação da leptina. Um aspecto fundamental da atuação da leptina em bovinos de corte

1 reside no controle do início e na regulação da puberdade, pois influencia a secreção de GnRH
2 e a ativação do eixo hipotálamo-ovariano (D'occhio *et al.*, 2019).

3 Brunes (2017), ao investigar as relações entre prenhez precoce e características de
4 crescimento e carcaça, chegou a resultados semelhantes com outros estudos, destacando a
5 espessura de gordura como o principal indicador para prenhez precoce. Além disso, observou-
6 se que animais com maior desenvolvimento muscular tendem a apresentar fenótipos mais
7 precoces, associados a menor idade de maturidade sexual. Estudos prévios sobre a correlação
8 de musculosidade e precocidade sexual corroboram essa observação, evidenciando relação
9 positiva e significativa entre essas duas características (Souza, 2003; Koury Filho, 2009).

10 No estudo conduzido por Zucoloto (2023) sobre a influência das medidas de
11 ultrassonografia de carcaça na produção *in vitro* de embriões em doadoras da raça Senepol,
12 constatou-se que algumas medidas, como a AOL 100, EGS 100 e EGSG, não tiveram efeito
13 significativo no potencial de produção de oócitos e embriões durante a produção *in vitro* de
14 embriões. Entretanto, novilhas com alto escore de marmoreio (EM) mostraram menor número
15 de oócitos inviáveis em comparação com aquelas de baixo EM, além de maior taxa de clivagem
16 e maior taxa de embriões.

17 Esses resultados sugerem que novilhas e vacas com maior depósito de gordura nos
18 adipócitos intramusculares, indicado por maior EM, apresentam melhor produção embrionária.
19 A gordura entremeada com as fibras musculares pode representar reserva de energia de rápida
20 mobilização, o que pode explicar os resultados observados tanto em novilhas quanto em vacas
21 (Zucoloto, 2023).

22 Em suma, a correlação das características de carcaça e eficiência reprodutiva em bovinos
23 de corte desempenha papel crucial na rentabilidade e sustentabilidade da indústria da carne.
24 Estudos demonstraram que o melhoramento genético direcionado para características
25 reprodutivas e de carcaça pode resultar em animais com melhor desempenho tanto na fase de
26 produção como na de reprodução (Zucoloto 2023; Weik *et al.* 2022; Freitas *et al.* 2021; Brunes
27 2017).

28 A compreensão dessas inter-relações permite aos produtores selecionarem animais com
29 características desejáveis, como maior precocidade sexual, maior taxa de fertilidade e melhores
30 índices de qualidade de carcaça. Essa seleção criteriosa não apenas aumenta a eficiência
31 reprodutiva do rebanho, mas também melhora a qualidade do produto final. Além disso, os
32 resultados destacam a importância de considerar a influência da gordura intramuscular na
33 produção embrionária, ressaltando a necessidade de avaliar não apenas as características de
34 carcaça, mas também os aspectos reprodutivos dos animais.

1 Portanto, a seleção direcionada dos animais, levando em consideração tanto as
2 características de carcaça quanto a eficiência reprodutiva, são essenciais para maximizar a
3 lucratividade e a sustentabilidade da produção de bovinos de corte. Esse enfoque estratégico
4 não apenas beneficia os produtores, mas também contribui para a oferta de produtos de alta
5 qualidade aos consumidores finais, promovendo assim a competitividade e o desenvolvimento
6 contínuo da indústria pecuária.

7

8 **2. OBJETIVOS GERAIS**

9

10 O presente trabalho teve por objetivo utilizar a técnica de ultrassonografia na seleção de
11 novilhas Nelore por características de carcaça, para avaliar o impacto da seleção na eficiência
12 reprodutiva, parâmetro hormonais, desempenho da progênie e a expressão do gene
13 Tireoglobulina na população das novilhas e da progênie.

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

1 REFERÊNCIAS

2

3 ANTON, István et al. Effect of thyroglobulin gene polymorphism on the intramuscular fat
4 content in cattle examined by x-ray computed tomography and Soxhlet methods. Archives
5 Animal Breeding, v. 56, n. 1, p. 593-596, 2013.

6 BARENDSE, W et al. The TG5 Thyroglobulin gene test for a marbling quantitative trait loci
7 evaluated in feedlot cattle. Australian Journal of Experimental Agriculture, v. 44, p. 669-674,
8 2004.

9 BARENDSE, WJ. Assessing lipid metabolism. Patent, International Publication number:
10 WO99/23248. World International Property Organization, 1999.

11 BARRETO, F et al. Polimorfismo de Base Única No Gene Da Tireoglobulina Relacionado
12 Ao Marmoreio Carne Em Bovinos Da Raça Pantaneira, 2012.

13 BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. 1976. New concepts of cattle growth. 1.ed. New York,
14 240p.

15 BIS, Flávia Cristina et al. Impact of the phenotypic and genetic merit of growth, reproduction,
16 and carcass traits on sexual precocity in Nelore heifers using multivariate analysis techniques.
17 Genetics and Molecular Research, v. 23, n. 1, p. 1-11, 2024Tradução . . Disponível em:
18 [https://geneticsmr.com/sites/default/files/articles/year2024/vol23-1/pdf/gmr19273_-_impact-](https://geneticsmr.com/sites/default/files/articles/year2024/vol23-1/pdf/gmr19273_-_impact-phenotypic-and-genetic-merit-growth-reproduction-and-carcass-traits-sexual-precocity.pdf)
19 [phenotypic-and-genetic-merit-growth-reproduction-and-carcass-traits-sexual-precocity.pdf](https://geneticsmr.com/sites/default/files/articles/year2024/vol23-1/pdf/gmr19273_-_impact-phenotypic-and-genetic-merit-growth-reproduction-and-carcass-traits-sexual-precocity.pdf).
20 Acesso em: 06 maio 2024.

21 BONIN, Marina de Nadai. Avaliação de características de desempenho e qualidade de carne
22 em linhagens e touros representativos da raça Nelore, utilizando ultrassonografia, análise de
23 imagens e NIRS. 2012. 134 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Ciências Básicas,
24 Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

25 BONNET, Muriel & Cassar-Malek, Isabelle & Chilliard, Yves & Picard, Brigitte. (2010).
26 Ontogenesis of muscle and adipose tissues and their interactions in ruminants and other
27 species. Animal: an international journal of animal bioscience. 4. 1093-109.
28 10.1017/S1751731110000601.

29 BRANDT, MM et al. Serum hormone concentrations relative to carcass composition of a
30 random allotment of commercial-fed beef cattle. Journal of Animal Science, v. 85, p. 267–
31 275, 2007.

- 1 BRIQUET JÚNIOR, R. Seleção pela “performance” em bovinos de corte. In: BRIQUET
2 JÚNIOR, R. Melhoramento genético animal. São Paulo: USP, 1967. p.84-110.
- 3 BRUNES, Ludmilla C. et al. Early growth, backfat thickness and body condition has major
4 effect on early heifer pregnancy in Nellore cattle. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*,
5 v. 94, p. e20191559, 2022.
- 6 BRUNES, Ludmilla Costa et al. Efeito da idade a primeira concepção como critério de
7 seleção em características de crescimento e carcaça em bovinos Nelore. *Ciência Animal*
8 Brasileira, v. 25, p. e-75632E, 2024.
- 9 BRUNES, Ludmilla Costa. Estudo genético-quantitativo de características de crescimento,
10 reprodução, carcaça e escores visuais em um rebanho nelore sob seleção para precocidade
11 sexual. 2017.
- 12 CHENOWETH, P. J. Aspects of reproduction in female *Bos indicus* cattle: a review.
13 *Australian Veterinary Journal*, Australian, v. 71, p. 422-426, 1994.
- 14 CHILLIARD Y, Bocquier F and Doreau M 1998. Digestive and metabolic adaptations of
15 ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction. *Reproduction Nutrition*
16 *Development* 38, 131–152.
- 17 CHILLIARD Y, Delavaud C and Bonnet M 2005. Leptin expression in ruminants: nutritional
18 and physiological regulations in relation with energy metabolism. *Domestic Animal*
19 *Endocrinology* 29, 3–22.
- 20 CIANZIO, DS et al. Adipose tissue growth and cellularity: changes in bovine adipocyte size
21 and number. *Journal of Animal Science*, v. 60, p. 970-976, 1985.
- 22 COUTINHO, Carolina Cesarino. Curvas de crescimento de características de carcaça obtidas
23 por ultrassonografia em bovinos Nelore selecionados para peso pós desmame. 2014. 60 f.
24 Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu,
25 2014.
- 26 CUCCO, Diego de Córdova. Estudo genético quantitativo e molecular de características de
27 crescimento e carcaça em bovinos da raça Nelore usando interferência bayesiana. 2010. 101 f.
28 Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Ciências Básicas, Universidade de São Paulo,
29 Pirassununga, 2010.

- 1 D'OCCHIO, M. J.; BARUSELLI, P. S.; CAMPANILE, G. Influence of nutrition, body
2 condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: a review.
3 *Theriogenology*, [s.l.], v. 125, p. 277–284, 2019.
- 4 DINH, TTN et al. Composição da gordura intramuscular e dos ácidos graxos do músculo
5 longissimus de diferentes raças puras de bovinos. *Revista de ciência animal*, v. 88, n. 2, pág.
6 756-766, 2010.
- 7 DON V. Nguyen, Oanh C. Nguyen, Aduli E.O. Malau-Aduli, Main regulatory factors of
8 marbling level in beef cattle, *Veterinary and Animal Science*, Volume 14, 2021, 100219,
9 ISSN 2451-943X,
10 <https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100219>.([https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/
11 S2451943X21000545](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451943X21000545))
- 12 DONOGHUE, Katherine A. Avaliação genética do desempenho reprodutivo feminino.
13 Brahman (África do Sul) , 2006.
- 14 DU, Min et al. Fetal programming in meat production. *Meat science*, v. 109, p. 40-47, 2015.
- 15 DUARTE, MS et al. Aumento da adipogênese e fibrogênese no músculo esquelético de
16 Wagyu em comparação com gado Angus. *Revista de ciência animal*, v. 6, pág. 2938-2946,
17 2013.
- 18 EMERICK, L. L.; DIAS, J. C.; GOLÇALVES P. E. M.; MARTINS, J. A. M.; LEITE, T. G.;;
19 ANDRADE, V. J.; VALE FILHO, V. R. Aspectos relevantes sobre a puberdade em fêmeas.
20 *Revista Brasileira Reprodução Animal*. v.33(1); p.11–19, 2009.
- 21 FELÍCIO, PE de; NORMAN, GAA Qualidade da carcaça. In: Curso Internacional sobre
22 Tecnologia de Carne. Campinas: ITAL, 1978. Cap 5 p.1-13.
- 23 FELÍCIO, PE Fatores ante e post mortem que influenciam a qualidade da carne bovina. In:
24 PEIXOTO, AM; MOURA, JC; FARIA, VP (Eds.) Produção do novilho de corte. Piracicaba:
25 Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1997. p.79-97.
- 26 FELÍCIO, PE, 1998. Desdobramento da Função Qualidade da Carne Bovina. *Higiene*
27 *Alimentar*, 12, 1622.
- 28 FERNANDES Júnior, GA, Garcia, DA, Hortolani, B., & de Albuquerque, LG (2019).
29 Relação fenotípica da precocidade sexual feminina com características de produção e
30 reprodução em bovinos de corte utilizando técnicas estatísticas multivariadas. *Revista Italiana*
31 *de Ciência Animal* , 18 (1), 182–188. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1503570>

- 1 FERRIANI, L. Estimativas de herdabilidade das características de carcaça e crescimento e de
2 suas correlações genéticas em animais da raça Nelore. [Tese]. Jaboticabal: Universidade
3 Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias; 2006.
- 4 FISHER, A. Uma revisão da técnica de estimativa da composição da pecuária usando a
5 velocidade do ultrassom. *Computadores e Eletrônica na Agricultura*, v. 17, p. 217-231, 1997.
- 6 FORTES, MRS. Polimorfismos dos genes CAPN1, CAST, LEP, TG e DGAT1 como
7 possíveis indicadores da qualidade da carne em bovinos zebuínos e cruzados abatidos em
8 idade jovem. Dissertação de Mestrado. Departamento de Reprodução Animal, USP, São
9 Paulo, 2007.
- 10 FREITAS, B. G.; MINGOTI, R. D.; MONTEIRO, B. M.; GUERREIRO, B. M.; CREPALDI,
11 G. A.; RAMOS, L.; VASCONCELLOS, G. S. F. M.; SÁ-FILHO, M. F.; D'OCCHIO, M. J.;
12 BARUSELLI, P. S. Relationship of body maturation with response to estrus synchronization
13 and fixed-time AI in Nelore (*Bos indicus*) heifers. *Livestock Science*, [s.l.], v. 251, p. 104632,
14 set. 2021.
- 15 GARNERO, V., FERNANDES, MB, FERNANDO, L., FIGUEIREDO, C., LÔBO, RB
16 Influência da Incorporação de dados de Progênes na Classificação de Touros da Raça Nelore.
17 *Rev Brás Zootec.* 2002;2002(31):918–923.
- 18 GEARY, TW et al. A possible role of the leptin assay in assessing carcass fat and
19 composition in beef cattle. *Proceedings, Western Section, American Society of Animal
20 Science*, v. 52, 2001.
- 21 GETTYS TW, Henricks DM and Schanbacher BD 1988. An assessment of the relationship
22 between tissue-growth patterns and selected hormone profiles among sex phenotypes in cattle.
23 *Animal Production* 47, 335–343.
- 24 GILLIS, MH et al. Effects of supplemental rumen-protected conjugated linoleic acid or
25 linoleic acid on feedlot performance, carcass quality, and leptin concentrations in beef cattle.
26 *Journal of Animal Science*, v. 82, p. 851-859, 2004.
- 27 HARRIS, Corrine L. et al. Vitamin A administration at birth promotes calf growth and
28 intramuscular fat development in Angus beef cattle. *Journal of animal science and
29 biotechnology*, v. 9, p. 1-9, 2018.

- 1 HERRING, W.O.; KRIESE, L.A.; BERTRAND, J.K.; CROUCH, J. Comparison of four real-
2 time ultrasound systems that predict intramuscular fat in beef cattle. *Journal of Animal*
3 *Science*, v. 76, p. 364370, 1998.
- 4 HOCQUETTE, J. F. et al. Intramuscular fat content in meat-producing animals: development,
5 genetic and nutritional control, and identification of putative markers. *Animal*, v. 4, n. 2, p.
6 303-319, 2010.
- 7 HORNICK JL, Van Eenaeme C, Gqrard O, Dufrasne I and Istasse L 2000. Mechanisms of
8 reduced and compensatory growth. *Domestic Animal Endocrinology* 19, 121–132.
- 9 JURIE, C et al. Adipocyte fatty acid-binding protein and mitochondrial enzyme activities in
10 muscles as relevant indicators of marbling in cattle. *Journal of Animal Science*, v. 85, p.
11 2660–2669, 2007.
- 12 KAWAKITA, Y et al. The relationship between plasma leptin concentrations and carcass
13 lipid contents in Japanese Black steers. *Livestock Production Science*, v. 73, p. 25-34, 2001.
- 14 KOMOLKA, Katrin et al. Expression of thyroid hormone-responsive protein (THRSP) is
15 related to intramuscular fat in a F2-cross between Charolais and Holstein. 2014.
- 16 KOURY Filho W, Albuquerque LG de, Alencar MM de, Forni S, Vasconcelos Silva JA de,
17 Lôbo RB. Estimativas de herdabilidade e correlações para escores visuais, peso e altura ao
18 sobreano em rebanhos da raça Nelore. *Rev Bras Zootec*. 2009;38(12):23622367.
- 19 KUEMMERLE, Nancy B.; KINLAW, William B. THRSP (thyroid hormone responsive).
20 *Atlas of genetics and cytogenetics in oncology and haematology*, v. 15, n. 6, p. 480, 2011.
- 21 LADEIRA, Marcio M. et al. Nutrigenomics and beef quality: a review about lipogenesis.
22 *International journal of molecular sciences*, v. 17, n. 6, p. 918, 2016.
- 23 LIMA J, Schraiber AD. Indução à redução da idade à puberdade de novilhas de corte com
24 progestágenos. *Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão*; 2011; Cruz Alta,
25 Brasil. Cruz Alta: UNICRUZ; 2011.
- 26 LUCHIARI FILHO, A. *Pecuária da carne bovina*. 1ed. – São Paulo, 2000. 135p.
- 27 MAMEDE, M. M. S. (2015). *Análise genética para maciez de carne e suas relações com as*
28 *características produtivas em bovinos nelore mocho*. Tese (Doutorado em Ciência Animal),
29 Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

- 1 MAQUIVAR MG. Nutritional regulation of precocious puberty in heifers. [Dissertação].
2 Ohio: The Ohio State University; 2011.
- 3 MARSHALL, DM. Genetics of meat quality. In: FRIES, R.; RUVINSKY, A. The genetics of
4 cattle, p. 605-636, 1999.
- 5 MARTINS, Taiane S. et al. Molecular factors underlying the deposition of intramuscular fat
6 and collagen in skeletal muscle of Nellore and Angus cattle. PLoS One, v. 10, n. 10, p.
7 e0139943, 2015.
- 8 MAY, S. G. et al. Lipogenic activity of intramuscular and subcutaneous adipose tissues from
9 steers produced by different generations of Angus sires. Journal of animal science, v. 73, n. 5,
10 p. 1310-1317, 1995.
- 11 MEARS, G. J. et al. Effect of Wagyu genetics on marbling, backfat and circulating hormones
12 in cattle. Canadian Journal of Animal Science, v. 81, n. 1, p. 65-73, 2001.
- 13 MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; VAZ, F.N.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.;
14 FREITAS, A.K.; METZ, P.A.M. 2005. Composição Física da Carcaça e Qualidade da Carne
15 de Novilhos de Gerações Avançadas do Cruzamento Alternado entre as Raças Charolês e
16 Nelore, Terminados em Confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia. v. 34, n. 3, p.946-
17 956.
- 18 MERCADANTE, M.E.Z., Lôbo, R.B., Borjas, A.L.R., Bezerra, L.A.F. e Oliveira, H.N. 1996.
19 Estudo genético-quantitativo de características de reprodução e produção em fêmeas da raça
20 Nelore. Em: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais... Sociedade
21 Brasileira de Zootecnia. Fortaleza, CE. 33: 155-157.
- 22 MÜLLER, L. Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos. 2ª edição
23 revisada. Departamento de Zootecnia, UFSM, RS, 1987. 31p.
- 24 NGUYEN, Don Viet et al. Valor nutricional e características sensoriais da qualidade do
25 consumo de carne de cordeiros australianos suplementados com canola peletizada e óleos de
26 linhaça: perfis de ácidos graxos de tecidos musculares e adiposos. Revista de Medicina
27 Interna, v. 3, pág. 1-21, 2017.
- 28 NOGUEIRA, G. P. Puberty in South American *Bos indicus* zebu cattle. Animal Reproduction
29 Science, Amsterdam, v.82-83, p.361-372, 2004.
- 30 OBREGON, MJ. Adipose tissues and thyroid hormones. Frontiers in Physiology, v. 5, p.
31 120925, 2014.

- 1 OWENS, FN et al. Revisão de alguns aspectos do crescimento e desenvolvimento da pecuária
2 confinada. *J. Anim. Ciência*, v.73, n.10, p.3152. 1995.
- 3 PEREIRA, G. R., Barcellos, J. O. J., Sessim, A. G., Tarouco, J. U., Feijó, F. D., Braccini, J.,
4 Prates, Ê. R., & Canozzi, M. E. A.. (2017). Relationship of post-weaning growth and age at
5 puberty in crossbred beef heifers. *Revista Brasileira De Zootecnia*, 46(5), 413–420.
6 <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017000500007>
- 7 PERKINS, TL; VERDE, RD; HAMLIN, KE; SHEPARD, HH; MILLER, MF Predição
8 ultrassônica do mérito da carcaça em bovinos de corte: avaliação dos efeitos técnicos nas
9 estimativas ultrassônicas da espessura da gordura da carcaça e da área do músculo
10 longissimus. *Revista de Ciência Animal*, v.70, pág. 2758-2765, 1992.
- 11 PETHICK, D. W. et al. Muscle metabolism in relation to genotypic and environmental
12 influences on consumer defined quality of red meat. In: HOCQUETTE, J.F.; GIGLI, S.
13 (Eds.). *Indicators of milk and beef quality*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen,
14 The Netherlands, 2005, p. 95-110.
- 15 PETHICK, D. W. et al. The partitioning of fat in ruminants - can nutrition be used as a tool to
16 regulate marbling. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, 1997, p. 151-158.
- 17 PETHICK, D. W., Barendse, W., Hocquette, J. F., Thompson, J. M., & Wang, Y. H. (2007).
18 Regulation of marbling and body composition-growth and development, gene markers and
19 nutritional biochemistry. *Energy and protein metabolism and nutrition*, 73-88.
- 20 PETHICK, D. W.; HARPER, G. S.; ODDY, V. H. Growth, development and nutritional
21 manipulation of marbling in cattle: a review. *Australian Journal Experimental Agriculture*, v.
22 44, n. 7, p. 704-715, 2004.
- 23 PIMENTEL, M. A. et al. Produção de leite em bovinos de corte 3. Peso ao parto e eficiência
24 individual em novilhas Hereford e cruzas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE
25 BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Botucatu. *Anais... Botucatu: SBZ*, 2001. p. 393-
26 394.
- 27 QUADROS, Sérgio Augusto Ferreira de et al. Características de carcaça e rendimento de
28 cortes comerciais de novilhos Crioula Lageana e Nelore criados em condições da serra
29 catarinense. *Revista Brasileira de Pesquisa Animal e Ambiental*. Curitiba, mar. 2022. pág.
30 1686-1704.

- 1 RAMÍREZ-ZAMUDIO GD, Ganga MJG, Pereira GL, Nociti RP, Chiaratti MR, Cooke RF,
2 Chardulo LAL, Baldassini WA, Machado-Neto OR, Curi RA. Efeito da suplementação com
3 bezerros na expressão gênica, processos e vias relacionadas à adipogênese e lipogênese no
4 músculo Longissimus thoracis de bovinos F1 Angus × Nelore ao desmame. *Metabólitos*.
5 2023; 13(2):160. <https://doi.org/10.3390/metabo13020160>
- 6 RAWLINGS, N. C.; EVANS, A. C. O.; HONARAMOOZ, A.; BARTLEWSKI, P. M. Antral
7 follicle growth and endocrine changes in prepubertal cattle, sheep and goats. *Animal*
8 *Reproduction Science*, Orlando, v. 78, p. 259-270, 2003.
- 9 RIBEIRO, JAR (1993). Gado Crioulo Lageano, uma alternativa sustentada para as pastagens
10 naturais do Planalto Catarinense? In: Simpósio da 30ª Reunião Anual da SBZ. Anais... Rio de
11 Janeiro, 1993.
- 12 RIPOLI, MV et al. History and selection imprinting on genetic relationships among bovine
13 breeds analyzed through five genes related to marbling. *Research in Veterinary Science*, v. 90,
14 p. 245–252, 2011.
- 15 ROWE, J. B.; CHOCT, M.; PETHICK, D. W. Processing cereal grain for animal feeding.
16 *Aust. J. Agric. Res.*, v. 50, p. 721-736, 1999.
- 17 SAINZ, RD; ARAÚJO, FRC Uso de Tecnologias de ultra-som no melhoramento do produto
18 final carne. In: Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas, 5, 2002, Disponível em:
19 <http://www.aval-online.com.br/artigostecnicos>. Acesso em: 26/03/2024
- 20 SANCHES, A.C. Relação entre eficiência de crescimento, concentrações plasmáticas de
21 leptina e IGF-I, características de carcaça e consumo alimentar residual em novilhos de corte.
22 2006. 84f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- 23 SARTORI R, Bastos MR, Baruselli PS, Gimenes LU, Ereno RL, Barros CM. Physiological
24 differences and implications to reproductive management of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle
25 in a tropical environment. *Soc Reprod Fertil. Suppl.* 2010; 67:357–375.
- 26 SHINGU H, Hodate K, Kushibiki S, Ueda Y, Watanabe A, Shinoda M and Matsumoto M
27 2001. Profiles of growth hormone and insulin secretion, and glucose response to insulin in
28 growing Japanese Black heifers (beef type): comparison with Holstein heifers (dairy type).
29 *Comparative Biochemistry and Physiology – Toxicology and Pharmacology* 130, 259–270.

- 1 SHORTHOSE, W.R.; HARRIS, P.V. 1991. Effects of growth and composition on meat
2 quality. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. Growth regulation in farm animals: advances
3 in meat research. New York: Elsevier Science Publishers, p.515-556.
- 4 SILVA, S. DA L. E; LEME, P. R.; PEREIRA, A. S. C.; PUTRINO, S. M. Correlações entre
5 características de carcaça avaliadas por ultra-som e pós-abate em novilhos Nelore,
6 alimentados com altas proporções de concentrado. Revista Brasileira de Zootecnia, [s.l.], v.
7 32, n. 5, p. 1236–1242, out. 2003.
- 8 SMITH, S. B.; CROUSE, D. J. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to
9 lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. The Journal of
10 Nutrition, [s.l.], v. 114, p. 792-800, 1984.
- 11 SOUZA JF de. Predição da precocidade sexual, na pré e puberdade, através de escores visuais
12 de conformação, precocidade e musculosidade em fêmeas da raça Nelore. [Dissertação].
13 Botucatu: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia;
14 2003.
- 15 SUGUISAWA, L. et al. Ultrassonografia para predição da composição da carcaça de bovinos
16 jovens. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.35, n.1, p.177-185, 2006.
- 17 SUGUISAWA, L., Mattos, WRS, de Oliveira, HN, Silveira, AC, de Beni Arrigoni, M.,
18 Haddad, CM, ... & Martins, CL (2003). Ultra-sonografia para predição das características da
19 carcaça de bovinos jovens em confinamento. Scientia Agrícola , 60 (4), 779-784.
- 20 TEDESCHI, L.O; FOX, D.G; GUIROY, PJ Um sistema de apoio à decisão para melhorar o
21 manejo individual do gado. 1. Um modelo mecanicista e dinâmico para o crescimento animal.
22 Sistemas Agrícolas. 79:171–204. 2004.
- 23 TEDESCHI, LO Avaliação da adequação de modelos matemáticos. Sistemas Agrícolas.
24 89:225–247. 2006.
- 25 TERRY SA, John A.Basarab, Le LuoGuan, and Tim A.McAllister. 2021. Strategies to
26 improve the efficiency of beef cattle production. Canadian Journal of Animal Science. 101(1):
27 1-19. <https://doi.org/10.1139/cjas-2020-0022>
- 28 UNDERWOOD, KR et al. AMP-activated protein kinase is negatively associated with
29 intramuscular fat content in longissimus dorsi muscle of beef cattle. Meat Science, v. 79, p.
30 394–402, 2008.

- 1 VAZ, F. N., & Restle, J. (2003). Ganho de peso antes e após os sete meses no
2 desenvolvimento e nas características de carcaça e carne de novilhos charolês abatidos aos
3 dois anos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, 699-708.
- 4 VENERONI, GB et al. Associação da região centromérica do cromossomo 14 com espessura
5 de gordura em bovinos da raça canchim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA,
6 53., 2007, Águas de Lindóia, SP. Anais... Águas de Lindóia: SBG, 2007. p. 90.
- 7 WANG, Bo et al. Os retinóides maternos aumentam a população progenitora PDGFR α + e a
8 adipogênese bege na progênie, estimulando o desenvolvimento vascular. *EBioMedicina*, v.
9 18, p. 288-299, 2017.
- 10 WARREN M Snelling, Larry A Kuehn, R Mark Thallman, Gary L Bennett, Bruce L Golden,
11 Genetic correlations among weight and cumulative productivity of crossbred beef cows,
12 *Journal of Animal Science*, Volume 97, Issue 1, January 2019, Pages 63–77,
13 <https://doi.org/10.1093/jas/sky420>
- 14 WEI, Xuefeng et al. ANGPTL8 regulates adipocytes differentiation and adipogenesis in
15 bovine. *Gene*, v. 707, p. 93-99, 2019.
- 16 WEIK, F.; HICKSON, R.E.; MORRIS, S.T.; GARRICK, D.J.; ARCHER, J.A. Genetic
17 parameters for growth, ultrasound and carcass traits in new zealand beef cattle and their
18 correlations with maternal performance. *Animals*, [s.l.], v. 12, n. 1, p. 25, 2022.
- 19 WILSON, DE Aplicação de ultrassom para melhoramento genético. *Journal of Animal*
20 *Science*, v. 973-983, 1992.
- 21 YOKOO, M.J.; ALBUQUERQUE, L.G.; LOBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; ARAUJO,
22 F.R.C.; SILVA, J.A.V.; SAINZ, R.D. Genetic and environmental factors affecting ultrasound
23 measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. *Livestock*
24 *Science*, v.117, p.147-154, 2008.
- 25 YOKOO, Marcos Jun-Iti et al. Utilização da técnica do ultrassom para o melhoramento
26 genético e para a qualidade da carne. In: XXIII Congresso Brasileiro de Zootecnia, 23., 2013,
27 Foz do Iguaçu/Pr. Zootecnia do Futuro: Produção Animal Sustentável. Foz do Iguaçu:
28 Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2013. p. 1-11.
- 29 YOKOO, MJ et al. Avaliação genética de características de carcaça utilizando a técnica do
30 ultrassom em bovinos de corte [recurso eletrônico]. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2011.
31 (Documentos/Embrapa Pecuária Sul, ISSN 1982-5390; 115).

- 1 YOKOO, MJT et al. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça
2 medidas por ultrassom em bovinos de corte. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 2, pág. 197-
3 292, 2009.
- 4 ZUCOLOTO, W. T. Influência das medidas de carcaça avaliadas por ultrassonografia em
5 doadoras da raça Senepol na produção in vitro de embriões. 2023. 67 f. Dissertação (Mestrado
6 em Ciência e Tecnologia Animal) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Dracena, 2023.
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27

CAPÍTULO 2

Seleção de novilhas Nelore por características de carcaça e correlação com a eficiência reprodutiva

Artigo a seguir está redigido de acordo com as normas de publicação do periódico *Journal Animal Science* exceto o idioma e a posição das figuras e tabelas.

1. INTRODUÇÃO

Os desafios da pecuária brasileira em melhorar os índices produtivos e incrementar a qualidade dos produtos cárneos, nos levam a buscar estratégias capazes de encontrar o equilíbrio na composição corporal de indivíduos para uma maior deposição muscular, melhor deposição de tecido adiposo, e otimização da funcionalidade reprodutiva, principalmente das fêmeas (Brunes, 2017; Coutinho, 2014).

As características reprodutivas estão associadas a rentabilidade do sistema de produção de bovinos de corte, tornando-se, em índices de seleção, mais importante do ponto de vista econômico em relação as características de crescimento (Brumatti *et al.*, 2011). Isso porque a eficiência econômica de um rebanho de vacas de corte está vinculada a produção de bezerros e bezerras destinados a produção de carne ou a reposição do rebanho, sendo a fonte de lucro do sistema (Lima & Schraiber, 2011).

As raças zebuínas de corte, principalmente a raça Nelore, que constitui a base do rebanho brasileiro (Rosa; Menezes, 2016), são conhecidas por apresentar maturidade sexual tardia, com idade ao primeiro parto variando de 34 a 45 meses (Azevedo *et al.*, 2006). O peso corporal é um dos principais determinantes para o início da vida reprodutiva das novilhas. A adoção de um peso mínimo de 70% do peso adulto, conforme sugerido por Wiltbank *et al.* (1985), resulta em desafios econômicos significativos para o sistema, devido à demora na maturação sexual das fêmeas, resultante de suas características de crescimento tardio.

Dessa forma, identificar parâmetros de seleção que possam ser favoráveis para características produtivas, reprodutivas e de carcaça como a composição corporal dos animais, podem maximizar efeitos positivos à maturidade sexual, saúde do bezerro, manutenção da condição corporal das fêmeas otimizando a função reprodutiva, melhorando o potencial genético do rebanho e entregando a indústria, animais com carcaça mais padronizadas (Brunes, 2017; Coutinho, 2014; Silva *et al.*, 2005).

Frente a esse cenário, por sua objetividade e acurácia, a técnica de ultrassonografia tem melhorado as condições na identificação de indivíduos superiores no quesito composição de carcaça nos rebanhos do Brasil (Sugisawa, 2002). Desde a década 30, a tecnologia tem permitido estimar o crescimento muscular com o objetivo de predizer a composição da carcaça (Bailey *et al.*, 1986; Faulkner *et al.*, 1990, Renand & Fisher, 1997; Perry & Fox, 1997), o rendimento de cortes cárneos (Waldner *et al.*, 1992; Hamlin *et al.*, 1995; Hassen *et al.*, 1999),

1 assim como a avaliação do escore de condição corporal, relacionado ao estado nutricional dos
2 animais (Bruckmaier *et al.*, 1998).

3 A seleção de características relacionadas a carcaça tem como objetivo atender
4 exigências de mercado, ou seja, demanda por quantidade e qualidade de carne (Mamede, 2015).
5 Como forma de otimizar esse critério de seleção, espera-se que as mensurações feitas a partir
6 do músculo *Longissimus thoracis*, para a obtenção das medidas de área de olho de lombo
7 (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e marmoreio (MAR) possam ser utilizadas
8 como indicadores favoráveis para a obtenção de ganhos genéticos (Bergen *et al.*, 1996) e
9 colaborar com o desempenho reprodutivo das fêmeas (Brunes *et al.*, 2022).

10 A estratégia utilizada em nosso estudo foi a seleção de novilhas Nelore por
11 características de carcaça utilizando a técnica de ultrassonografia, para avaliar o impacto da
12 seleção na eficiência reprodutiva, parâmetro hormonal, desempenho da progênie e a expressão
13 do gene Tireoglobulina na população das novilhas e da progênie.

14

15 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

16

17 A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Uso Animal (CEUA) da Faculdade de
18 Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de
19 Botucatu, conforme protocolo CEUA (Protocolo 0261/2022).

20

21 **2.1 Critérios de inclusão dos animais**

22

23 Os dados foram coletados em uma propriedade comercial, localizada no município de
24 Nova Andradina, Mato Grosso do Sul/MS situada aproximadamente à latitude 21°51'27" sul e
25 a uma longitude 53°38'0,5" oeste.

26 A propriedade foi escolhida em razão da quantidade de animais disponíveis para a coleta
27 de dados e ao programa de seleção e melhoramento genético do rebanho da raça Nelore que
28 está sendo conduzido em parceria com a empresa DGT - Designer Genes Technologies Brasil,
29 responsável pela realização da ultrassonografia de carcaça nos animais.

30 Para o estudo, foram utilizadas 355 novilhas da raça Nelore, com aproximadamente 24
31 meses de idade, selecionadas a partir de um lote inicial de 628 novilhas. Esses animais foram
32 submetidos às mesmas condições ambientais a pasto, com fornecimento de suplementação de
33 manutenção e água *ad libitum*. As matrizes foram escolhidas para participar do estudo com base
34 em sua composição de carcaça, utilizando dados de ultrassonografia, todas as mensurações

1 foram coletadas a partir do músculo *Longissimus thoracis*, localizado entre as 12^a e 13^a costelas.
2 Aquelas que não atenderam às expectativas estabelecidas para Área de olho de Lombo (AOL),
3 Espessura de gordura Subcutânea (EGS) e Marmoreio (MAR) foram desclassificadas e
4 removidas da pesquisa.

5 Os animais selecionados foram agrupados em quatro classes, denominadas Classe A,
6 Classe B, Classe C e Classe D. A Classe A, composta por 109 novilhas, foi caracterizada pela
7 mensuração das características de carcaça, incluindo a área de olho de lombo (AOL), espessura
8 de gordura subcutânea (EGS) e marmoreio (MAR). As medidas obtidas foram: AOL variando
9 de 50,71 cm² a 73,32 cm² (média ± desvio padrão: 58,54 ± 5,63), EGS variando de 3,09 mm a
10 7,57 mm (4,25 ± 0,96) e MAR % variando de 2,85 a 4,41 (3,49 ± 0,36).

11 Na Classe B, 37 novilhas foram selecionadas segundo as mensurações de AOL, variando
12 de 51,77 cm² a 70,07 cm² (57,83 ± 5,02), e EGS, variando de 3,31 mm a 5,94 mm (4,04 ± 0,68).

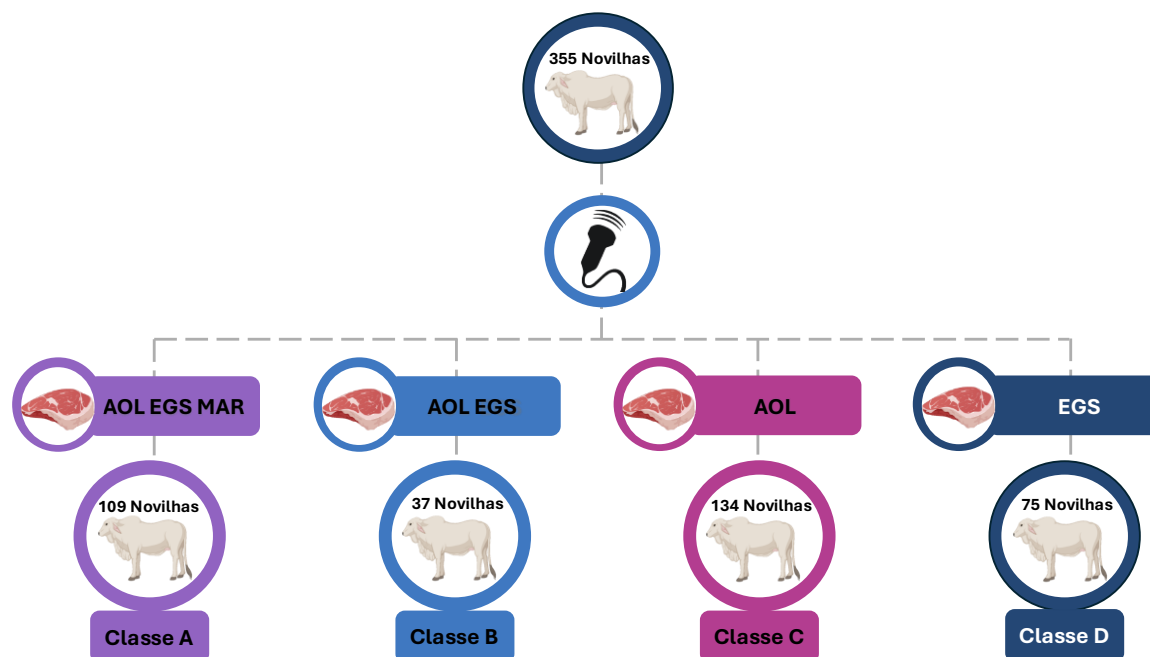
13 Para a Classe C, composta por 134 novilhas, a seleção foi baseada na característica
14 AOL, variando de 50,65 cm² a 68,00 cm² (54,95 ± 3,41).

15 Na Classe D, constituída por 75 novilhas, a seleção foi realizada com base na EGS,
16 variando de 3,05 mm a 7,57 mm (3,74 ± 0,70).

17

18 **Figura 1 – Critérios de classificação das novilhas Nelore-** Foram utilizadas 355 novilhas da
19 raça Nelore, os animais foram agrupados em quatro classes, denominadas Classe
20 A, Classe B, Classe C e Classe D segundo as características de carcaça mensuradas
21 por ultrassonografia. A Classe A, composta por 109 novilhas, foi caracterizada pela
22 mensuração das características de carcaça, incluindo a área de olho de lombo
23 (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e marmoreio (MAR). As medidas
24 obtidas foram: AOL variando de 50,71 cm² a 73,32 cm² (média ± desvio padrão:
25 58,54 ± 5,63), EGS variando de 3,09 mm a 7,57 mm (4,25 ± 0,96) e MAR %
26 variando de 2,85 a 4,41 (3,49 ± 0,36). Na Classe B, 37 novilhas foram selecionadas
27 segundo as mensurações de AOL, variando de 51,77 cm² a 70,07 cm² (57,83 ±
28 5,02), e EGS, variando de 3,31 mm a 5,94 mm (4,04 ± 0,68). Para a Classe C,
29 composta por 134 novilhas, a seleção foi baseada na característica AOL, variando
30 de 50,65 cm² a 68,00 cm² (54,95 ± 3,41). Na Classe D, constituída por 75 novilhas,
31 a seleção foi realizada com base na EGS, variando de 3,05 mm a 7,57 mm (3,74 ±
32 0,70).

33



1

2 2.2 Delineamento experimental

3

4 Foi utilizado delineamento experimental fundamentado no estudo observacional de
 5 Coorte. Inicialmente, os animais foram selecionados com base nas características de
 6 composição de carcaça, determinadas por ultrassonografia de carcaça, estabelecendo uma base
 7 para a análise prospectiva, a fim de avaliar as associações entre as características de carcaça e
 8 os desfechos de interesse tais como taxa de prenhez, índices reprodutivos e desempenho da
 9 progênie.

10 Este delineamento proporcionou uma abordagem científica sólida para explorar as
 11 complexas relações entre características de carcaça e desfechos reprodutivos, por permitir o
 12 cálculo direto das medidas de incidência nas classes. O estudo foi conduzido em etapas sendo
 13 primeira a montagem das classes de indivíduos por meio dos parâmetros propostos e segundo
 14 a observação de cada classe ao longo do tempo para a comparação dos desfechos, ou seja, o
 15 desempenho reprodutivo das novilhas e sua progênie.

16

17 2.3 Protocolo de Inseminação artificial em tempo fixo nas novilhas Nelore

18

19 Para o manejo de Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), foram utilizados os
 20 sêmen de touros da raça Nelore: o Concreto (FSAT4404) com 25 meses de idade, peso de 753
 21 kg, AOL (Área de Olho de Lombo) de 121,48 cm², AOL/100kg de 16,13 cm², Marmoreio de

1 4,05, EGS (Espessura de Gordura Subcutânea) de 6,22 mm e EGS/100kg de 0,83; e o Alicerce
2 (FSAS3498) com 33 meses de idade, peso de 696 kg, AOL de 121,31 cm², AOL/100kg de 17,43
3 cm², Marmoreio de 4,65, EGS de 8,04 mm e EGS/100kg de 1,16 mm; todas as mensurações
4 foram coletadas a partir do músculo *Longissimus thoracis*, localizado entre as 12^a e 13^a
5 costelas..

6 Foram inseminadas 355 novilhas Nelore, agrupadas em quatro diferentes classes de
7 acordo com as mensurações das características de carcaça. No total, foram realizados três
8 manejos de IATF, sendo conduzidos por dois inseminadores. O primeiro inseminador foi
9 responsável pela primeira e segunda IATF, enquanto o segundo inseminador realizou a terceira
10 IATF. O sêmen utilizado na primeira e segunda IATF foi proveniente do Touro Concreto, e na
11 terceira IATF, foi utilizado o sêmen do Touro Alicerce. A escolha dos touros baseou-se em suas
12 características de carcaça, visando corrigir e potencializar as características de menor
13 desempenho das fêmeas.

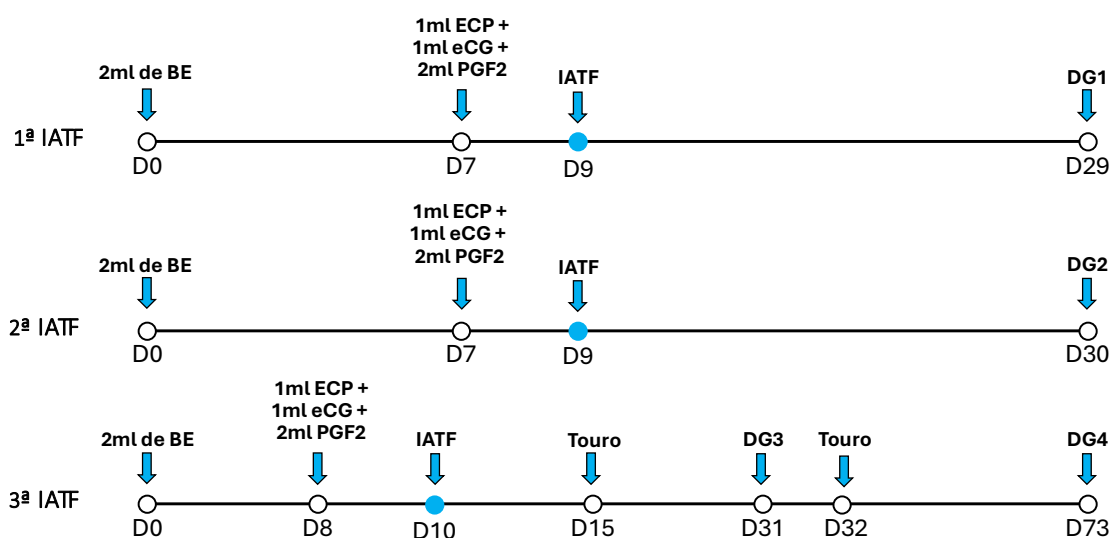
14 Na Classe B, a progênie foi corrigida para Marmoreio (MAR), na Classe C para a
15 característica Espessura de Gordura Subcutânea (EGS), e na Classe D a correção foi realizada
16 para Área de Olho de Lombo (AOL), conforme indicado na Tabela 1.

17 As novilhas receberam, vinte e seis dias antes do início do protocolo de IATF, 1 ml de
18 Progesterona injetável i.m (P4Inj; SINCROGEST[®], Ouro Fino Saúde Animal, Brasil) para a
19 indução de cio, juntamente com 5 ml de BOVIGEN[®] repro total SE s.c (Virbac, São Paulo,
20 Brasil), que atua contra as principais doenças que causam perdas reprodutivas (VIRBAC,
21 2017). No dia do protocolo da primeira IATF (Dia 0), foram administradas a segunda dose de
22 5 ml de BOVIGEN[®] repro total SE s.c (Virbac, São Paulo, Brasil), 10 ml de FOSFOSAL[®] s.c
23 (Virbac, São Paulo, Brasil), inseridos os dispositivos intravaginais PRIMER[®] (Agener, União
24 Química, Brasil) e 2 ml de Benzoato de Estradiol i.m. (RIC-BE[®], Tecnopec, São Paulo, Brasil).
25 No Dia 7, foi retirado o implante, administrado 1 ml de Cipionato de Estradiol i.m
26 (CIPIOTEC[®], Agener, União Química, Brasil), 2 ml de Prostaglandina i.m (ESTRON[®],
27 Agener, União Química, Brasil) e 1 ml de Gonadotrofina coriônica equina i.m (NOVORMON[®],
28 Zoetis, São Paulo, Brasil). No Dia 9, 48 horas após a remoção do dispositivo intravaginal de
29 progesterona, foi realizada a IATF. O diagnóstico gestacional ocorreu no Dia 29, e as fêmeas
30 vazias foram ressincronizadas utilizando o mesmo protocolo anteriormente descrito, sendo
31 submetidas à segunda IATF.

32 Para o terceiro manejo de IATF, o mesmo protocolo descrito anteriormente foi utilizado.
33 Posteriormente, as novilhas foram expostas a touros com avaliação andrológica positiva, os
34 quais permaneceram até o fim da estação de monta (Figura 1).

1

2 **Figura 2 – Diagrama do protocolo de IATF- D 0:** Inserção dos dispositivos intravaginais e 2
 3 ml de Benzoato de Estradiol; D 7: Retirada do implante, administração de 1 ml de
 4 Cipionato de Estradiol, 2 ml de Prostaglandina e 1 ml de Gonadotrofina coriônica
 5 equina; D 9: 48 horas após a remoção dos dispositivos intravaginal de progesterona,
 6 foi realizada a 1ª IATF. O DG 1 ocorreu no D 29, e as fêmeas vazias foram
 7 resincronizadas utilizando o mesmo protocolo descrito, sendo submetidas à 2ª
 8 IATF, para o terceiro manejo de IATF o mesmo protocolo foi utilizado e touros de
 9 repasse com avaliação andrológica positiva foram introduzidos a partir da terceira
 10 inseminação até o fim da estação de monta
 11



12

13 2.4 Determinação das características das carcaças (variáveis independentes)

14

15 As novilhas foram avaliadas por classes de acordo com a seleção por características de
 16 carcaça e peso, estabelecidos pela tecnologia de ultrassonografia. As novilhas foram
 17 imobilizadas em tronco de contenção e realizada a medida da Área de Olho de Lombo (AOL),
 18 Espessura de Gordura Subcutânea (EGS) e Marmoreio (MAR), todas as mensurações a partir
 19 do músculo *Longissimus thoracis*, localizado entre as 12ª e 13ª costelas. As avaliações foram
 20 realizadas segundo as normas internacionais da UGC (Ultrasound Guidelines Council, 2014),
 21 utilizando-se ultrassom veterinário “ALOKA 500V”, com sonda de 17,2cm /3,50 MHz e óleo
 22 vegetal como acoplante acústico. As imagens foram colhidas por meio do software “BIA PRO
 23 PLUS e analisadas no Laboratório de Imagens da Designer Genes Technologies Brasil, por
 24 técnicos certificados pela UGC.

1 As 355 novilhas utilizadas neste experimento possuem entre 20 e 24 meses de idade e
2 concomitante as medidas por ultrassom, todas as matrizes foram pesadas para as avaliações de
3 eficiência reprodutiva conforme parâmetros a serem estudados. Por se tratar de um estudo
4 observacional, o número de novilhas em cada grupo não foi uniforme. Desta forma, com base
5 nas características estudadas (peso vivo e características ultrassônicas da carcaça), as novilhas
6 foram distribuídas nas seguintes classes:

7 **Classe A:** 109 novilhas selecionadas por equilíbrio para as características mensuradas de AOL,
8 EGS e MAR. As medidas das características dentro das classes foram consideradas
9 em uma faixa de variação de: AOL variando de 50,71 cm² a 73,32 cm² (média ±
10 desvio padrão: 58,54 ± 5,63), EGS variando de 3,09 mm a 7,57 mm (4,25 ± 0,96) e
11 MAR % variando de 2,85 a 4,41 (3,49 ± 0,36).

12 **Classe B:** 37 novilhas selecionadas para AOL e EGS, sendo consideradas em uma faixa de
13 variação de: AOL variando de 51,77 cm² a 70,07 cm² (57,83 ± 5,02), e EGS, variando
14 de 3,31 mm a 5,94 mm (4,04 ± 0,68).

15 **Classe C:** 134 novilhas selecionadas para AOL, sendo considerada uma faixa de variação:
16 AOL variando de 50,65 cm² a 68,00 cm² (54,95 ± 3,41).

17 **Classe D:** 75 novilhas selecionadas para EGS, sendo considerada em uma faixa de variação:
18 EGS variando de 3,05 mm a 7,57 mm (3,74 ± 0,70).

19 O escore de condição corporal (ECC) também foi utilizado como variável independente,
20 a fim de avaliar sua influência sobre a eficiência reprodutiva. Os animais foram classificados
21 de acordo com a quantidade de reservas teciduais, sobretudo gordura e músculos, em
22 determinadas regiões do corpo: costelas, processos espinhosos da coluna vertebral, processos
23 transversos da coluna vertebral, vazio, ponta do íleo, base da cauda, sacro e vértebras lombares.
24 A avaliação se deu por um Sistema de Escore em uma escala de 1 a 5, a seguir estão
25 apresentadas as medias e desvio padrão de cada classe em relação ao ECC:

26 **Classe A:** média ± desvio padrão 3,59 ± 0,16; **Classe B:** 3,53 ± 0,17; **Classe C:** 3,52 ± 0,17 e
27 **Classe D:** 3,55 ± 0,17.

28

29 **2.5 Determinação dos desfechos (variáveis dependentes)**

30

31 Após a seleção das novilhas e distribuição nas classes foi analisado e construído um
32 banco de dados do rebanho com as mensurações de parâmetros de eficiência reprodutiva e

1 correlacionados com as características de carcaça obtidas por meio da ultrassonografia de
2 carcaça.

3

4 **2.6 Parâmetros avaliados: Eficiência reprodutiva de novilhas bovinas de corte:**

5

6 Taxa de prenhez (**TP%**) - Expresso em porcentagem (%): Número de novilhas prenhes
7 ao 1º diagnóstico de gestação e 60 dias após o término da estação de monta multiplicado por
8 100 e dividido pelo número de novilhas que entraram na estação de monta e foram submetidas
9 ao diagnóstico de gestação.

10 Taxa de concepção (**TC%**) - Expresso em porcentagem (%): Número de novilhas
11 prenhes no 2ª, 3ª e 4º diagnóstico de gestação multiplicado por 100 e dividido pelo número de
12 novilhas vazias do diagnóstico de gestação anterior.

13 Taxa de prenhez acumulada (**TP_{ac}%**) - Expresso em porcentagem (%): Somatório entre
14 duas ou mais taxas de concepção e prenhez.

15 Peso do bezerro (**PB**) - Expresso em quilo gramas (Kg): Para a análise do resultado,
16 foram utilizados os pesos de 252 bezerros. Esses foram pesados ao nascer para avaliar o
17 desempenho de cada classe no período de gestação.

18 Ganho de peso do bezerro (**GPB**) - Expresso em quilo gramas (Kg): 46 bezerros foram
19 pesados novamente após uma média de 158 dias após o nascimento, para a avaliação do ganho
20 de peso dos bezerros segundo a classificações das mães por característica de carcaça.

21

22 **2.7 Cronograma de amostragem longitudinal dos animais**

23

24 Inicialmente, todas as novilhas incluídas no estudo, com idade de até 24 meses, passaram
25 por ultrassonografia (momento 1 = **M1**) para avaliação do potencial genético com base em
26 características de carcaça. Posteriormente, utilizando os dados da medição por ultrassom, as
27 novilhas foram apartadas e classificadas em quatro classes (momento 2 = **M2**) de acordo com
28 características de carcaça e limites estabelecidos para o programa de seleção (conforme
29 indicado na Tabela 1).

30 Após nove dias da classificação e constituição das classes de avaliação, implementou-se o
31 protocolo de manejo reprodutivo. Todas as novilhas entraram em estação de monta, sendo
32 submetidas a um protocolo de Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), conforme
33 descrito na Figura 1. Durante esse processo, as novilhas foram inseminadas com o sêmen do

1 touro Concreto, escolhido com base em medidas de carcaça, incluindo Área de Olho de Lombo
2 (AOL), Espessura de Gordura Subcutânea (EGS) e Marmoreio (MAR) (momento 3 = **M3**).

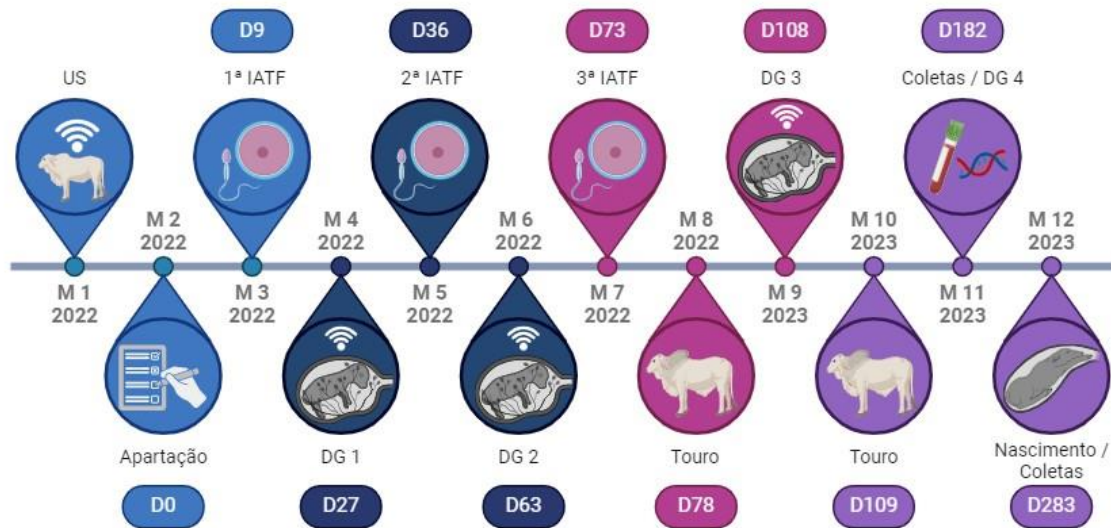
3 Trinta dias após a inseminação, as novilhas foram submetidas ao primeiro diagnóstico de
4 gestação (DG1) (momento 4 = **M4**). As fêmeas não prenhes, identificadas nove dias depois,
5 passaram por um segundo protocolo de IATF (momento 5 = **M5**), sendo inseminadas
6 novamente com o sêmen do touro Concreto. Trinta dias após essa segunda inseminação,
7 realizou-se o segundo diagnóstico de gestação (DG2) (momento 6 = **M6**). As novilhas que não
8 apresentaram gestação foram submetidas a uma terceira IATF (momento 7 = **M7**), utilizando o
9 sêmen do Touro Alicerce. Após nove dias, touros de repasse foram introduzidos (momento 8 =
10 **M8**).

11 Trinta dias após a introdução dos touros de repasse, as novilhas foram submetidas ao
12 terceiro diagnóstico de gestação (DG3) (momento 9 = **M9**). Aquelas diagnosticadas como
13 vazias retornaram junto aos touros para repasse (momento 10 = **M10**).

14 Ao final do período de estação de monta, foi realizada uma última ultrassonografia para o
15 diagnóstico de gestação (DG4), coleta de sangue para mensuração dos níveis de Leptina e
16 amostras de pelos da vassoura da cauda para avaliar a expressão do gene Tireoglobulina (TB)
17 das novilhas (momento 11 = **M11**).

18 Após aproximadamente 288 dias de gestação, ocorreu o nascimento dos primeiros
19 bezerros, que foram pesados e tiveram amostras de pelos da vassoura da cauda coletadas para
20 análise da expressão do gene Tireoglobulina (TB) (momento 12 = **M12**). A cronologia de
21 acontecimentos está detalhada na figura 2.

22
23 **Figura 3- Cronologia de acontecimentos** - Inicialmente, todas as novilhas incluídas no estudo
24 passaram por ultrassonografia (momento 1 = **M1**); as novilhas foram apartadas e
25 classificadas em quatro classes (**M2**); todas as novilhas entraram em estação de
26 monta, sendo submetidas a um protocolo de IATF, com o sêmen do touro Concreto
27 (**M3**); primeiro diagnóstico de gestação (DG1) (**M4**); as fêmeas não prenhes,
28 passaram por um segundo protocolo de IATF com o sêmen do touro Concreto (**M5**);
29 segundo diagnóstico de gestação (DG2) (**M6**); as novilhas não prenhes foram
30 submetidas a terceira IATF com o sêmen do Touro Alicerce (**M7**); touros de repasse
31 foram introduzidos (**M8**); as novilhas foram submetidas ao terceiro diagnóstico de
32 gestação (DG3) (**M9**); aquelas diagnosticadas como vazias retornaram junto aos
33 touros para repasse (**M10**); ao final do período de estação de monta, foi realizada
34 uma última ultrassonografia para o diagnóstico de gestação (DG4), coleta de sangue
35 para mensuração dos níveis de Leptina e amostras de pelos da vassoura da cauda para
36 avaliar a expressão do gene TB (**M11**) e ao nascimento dos primeiros bezerros, foram
37 pesados e tiveram amostras de pelos da vassoura da cauda coletadas para análise da
38 expressão do gene TB (**M12**).



1

2 **2.8 Avaliação do perfil de Leptina plasmática**

3

4 Ao término da estação de monta, foram coletadas amostras sanguíneas das novilhas com o
 5 propósito de avaliar e mensurar o hormônio Leptina, para relacionar entre as diferentes classes.
 6 As amostras foram obtidas diretamente da veia coccígea, localizada na região da cauda,
 7 utilizando tubos a vácuo de 10 mL heparinizados (Vacutainer®). Posteriormente, essas
 8 amostras foram submetidas a centrifugação a uma velocidade de 3500 rpm, durante 10 minutos.
 9 Após o processo de centrifugação, o plasma resultante foi aliquoteado em tubos Eppendorf (1,5
 10 mL), sendo destinados dois tubos por animal. Essas amostras foram armazenadas a uma
 11 temperatura de 0°C até o transporte ao freezer, onde foram conservadas a -20°C, aguardando a
 12 realização dos ensaios em laboratório.

13 A determinação da leptina plasmática foi realizada pelo método ELISA, utilizando kit
 14 específico para leptina bovina (CUSABIO®). A curva padrão da leptina foi de 3,13 a 50 ng/mL
 15 e o coeficiente de variação intra e inter-ensaio foi de 14,0% e 10,6%, respectivamente.

16

17 **2.9 Avaliação da expressão gênica para o gene da Tireoglobulina (TG) relacionado com a**
 18 **presença do marmoreio em bovinos.**

19

20 Dentre os genes que exercem impacto no marmoreio da carne, destaca-se o gene da
 21 Tireoglobulina (TG), sintetizado na tireoide, atuando como precursor dos hormônios T3 e T4.

1 Esses hormônios, por sua vez, desempenham um papel essencial no metabolismo lipídico dos
2 animais (Shin e Chung, 2007; Carvalho *et al.*, 2012).

3 Para determinar a expressão gênica do gene da Tireoglobulina (TG) para relacionar com a
4 porcentagem de marmoreio encontrada entre as novilhas, bezerros e touros, foi feita a coleta
5 manual de amostras de pelos da vassoura da cauda das novilhas e touros e posteriormente da
6 progênie, realizadas conforme os grupos estabelecidos para o estudo. Os animais foram
7 adequadamente contidos, seguindo as boas práticas de manejo para bovinos de corte. Após a
8 coleta, o excesso de pelos foi cortado com tesoura, resultando em fios de aproximadamente 5
9 centímetros que incluem os folículos pilosos. As amostras foram devidamente acondicionadas
10 em envelopes de papel pardo, inseridos em pacotes plásticos vedados e identificados de acordo
11 com os grupos estabelecidos para o estudo.

12 Para a determinação dos alelos, a qualidade do DNA extraído foi avaliada em
13 espectrofotômetro Nanodrop One (Thermo Fisher Scientific, Inc., Waltham, MA, EUA). As
14 reações em cadeia da polimerase foram realizadas em termociclador T100 (BioRad) com
15 volume final de 20 µl utilizando o kit JumpStart™ Taq DNA Polymerase (Sigma-Aldrich)
16 com concentração de 3,5 mM de MgCl₂, 200 µM de dNTPs e 10 ng de DNA. As sequências
17 dos oligonucleotídeos forward – 5`AGGAGGGAAGGAAGGAGCAT3` e reverse -
18 5`AGCAGAACCAGGGACGAATG 3` foram utilizadas para amplificar um fragmento de 363
19 pb. O programa de PCR utilizado foi 94°C por 2 min., seguido de 40 ciclos de 94°C por 15s,
20 60°C por 30s e 72°C por 1 min., e por fim um passo de extensão a 72°C por 1 min. Em seguida,
21 os produtos de PCR foram submetidos à eletroforese em gel de agarose 2% corados com
22 GelRed e documentados pelo sistema de imagem ChemiDoc (BioRad). Para a digestão
23 enzimática, 1000 ng de produto PCR foi incubado com a enzima BstYI ([10U/µl] – New
24 England Biolabs) por 1 hora a 60°C. Os produtos das reações de digestão foram submetidos a
25 eletroforese em gel de agarose 2% corados com GelRed e documentados pelo ChemiDoc
26 (BioRad). O alelo C mostra dois fragmentos de 213 pb e 150 pb, enquanto o alelo T não
27 fragmenta, resultando no tamanho do amplicon de 363 pb.

28 29 **2.10 Análise estatística** 30

31 Os dados foram analisados estatisticamente utilizando o Statistical Analysis Systems -
32 OnDemand for Academics SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. Antes da análise
33 propriamente dita, os dados foram analisados quanto à presença de informações díspares

1 (“outliers”) e normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk). A observação individual foi
2 considerada outlier quando o desvio padrão em relação à média foi maior que +3 ou menor que
3 -3. Quando a suposição de normalidade não foi aceita, foi necessária a transformação Inversa.
4 Para as variáveis dependentes categóricas, tabelas de contingência foram produzidas para
5 avaliar associações bivariáveis entre cada desfecho e os grupos do estudo. Subsequentemente,
6 modelos de regressão logística foram construídos para estimar as chances de ocorrência de cada
7 desfecho, em função dos grupos do estudo. Para as variáveis dependentes contínuas, análise de
8 variância foram utilizadas para comparar as médias de cada desfecho entre os grupos do estudo.
9 O teste de Tukey foi utilizado para ajustar os valores-P em nível de significância de 0,05.

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

3. RESULTADOS

Os resultados referentes ao peso inicial e as características de carcaça mensuradas por ultrassonografia, das fêmeas Nelore, selecionadas para características de carcaça estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1- Peso inicial e características de carcaça mensuradas por ultrassonografia de fêmeas da raça Nelore, divididas em classes de acordo com as características de carcaça

		Classes				EPM ¹	P-valor ²
		A	B	C	D		
N. amostral		109	37	134	75		
Peso (kg)	Mín	284,00	262,00	251,00	261,00		
	Máx	441,00	417,00	407,00	374,00		
	Média	348,24^a	334,14^b	317,98^c	309,28^d	3,604	<,0001
AOL (cm ²)	Mín	50,71	51,77	50,65	39,84		
	Máx	73,32	70,07	68,00	50,97		
	Média	58,54^a	57,83^a	54,95^b	46,92^c	0,497	<,0001
AOL/100kg (cm ²)	Mín	13,08	14,68	13,63	12,03		
	Máx	21,06	20,79	21,55	17,50		
	Média	16,91^a	17,40^a	17,47^a	15,25^b	0,167	<,0001
EGS (mm)	Mín	3,09	3,31	1,73	3,05		
	Máx	7,57	5,94	3,03	7,57		
	Média	4,25^a	4,04^a	2,54^c	3,74^b	0,079	<,0001
EGS/100kg (mm)	Mín	0,84	0,97	0,48	0,91		
	Máx	1,95	1,78	1,08	2,02		
	Média	1,22^a	1,21^a	0,81^b	1,21^a	0,021	<,0001
Mar (%)	Mín	2,85	0,93	1,13	1,55		
	Máx	4,41	2,94	5,01	4,08		
	Média	3,49^a	2,42^d	2,89^c	3,07^b	0,067	<,0001

Abreviaturas: ¹ Erro Médio Padrão, ² P-valor – efeito de tratamento foi significativo ($P \leq 0,05$). N. total: número de animais em cada classe; máx: máximo; mín: mínimo; PESO: peso inicial; AOL: área de olho de lombo; AOL/100kg: área de olho de lombo por cem quilos de carcaça; EGS: espessura de gordura subcutânea;

1 EGS/100kg: espessura de gordura subcutânea por cem quilos de carcaça; MAR: marmoreio; A: fêmeas
2 selecionadas para $AOL > 13,08 \text{ cm}^2 + EGS > 0,84 \text{ mm} + MAR > 2,85 \%$; B: fêmeas selecionadas para $AOL > 14,68$
3 $\text{cm}^2 + EGS > 0,97$; C: fêmeas selecionadas para $AOL > 13,63 \text{ cm}^2$; D: fêmeas selecionadas para $EGS > 0,91 \text{ mm}$.

4
5 As médias de peso foram significativamente diferentes entre as classes ($p < 0,0001$), a
6 Classe A apresentou maior peso entre as novilhas, seguida respectivamente pela Classe B,
7 Classe C e, por último, Classe D, que apresentou o menor peso dentre as classes. Quanto às
8 características AOL e EGS, os animais das Classes A e B não apresentaram diferenças entre si,
9 mas foram superiores às Classes C e D, sendo D inferior a C. Para as medidas de AOL/100kg
10 de peso vivo, as classes A, B e C foram semelhantes entre si, e superiores a Classe D. Em
11 relação à característica EGS/100 kg, os animais das Classes A, B e D foram estatisticamente
12 semelhantes entre si, e maiores que os animais da Classe C. A característica MAR foi
13 significativamente diferente entre todas as Classes, com a Classe A apresentando a maior
14 percentagem, seguida pela Classe D, Classe C e, por último, Classe B, com a menor
15 percentagem de marmoreio.

16 As taxas de prenhez ao longo da estação de monta estão apresentadas na Tabela 02. A
17 média da taxa de prenhez ao DG₁ foi de 25,17 % ($p = 0,5404$), enquanto para o DG₂ as médias
18 de TC e TP_{ac} foram de 22,95% e 42,44% ($p = 0,9515$) e ($p = 0,7117$), respectivamente. No DG₃,
19 as médias de TC e TP_{ac} foram de 35,72% e 63,42% ($p = 0,3071$) e ($p = 0,6286$). Para o DG₄ as
20 médias de TC e TP_{ac} foram de 76,67% e 90,78% ($p = 0,7240$) e ($p = 0,5281$). Não foram
21 observadas diferenças significativas nas Taxas de Prenhez (TP), Concepção (TC) e TP
22 acumulada (TP_{ac}) entre as Classes nos diferentes Diagnósticos de Gestação (DG) ao longo da
23 estação de monta.

1 **Tabela 2-** Taxas de prenhez, concepção e taxa de prenhez acumulada a inseminação artificial
 2 nos diferentes diagnósticos de gestação ao longo da estação de monta de novilhas
 3 Nelore distribuídas em diferentes classes de composição de carcaça por ultrassom.

Momento	Condição	Classes				EPM ¹	P-valor ²
		A	B	C	D		
N. total		109	37	134	75		
DG₁ D ₂₇	Prenha (n)	25	12	33	14		
	Vazia (n)	84	25	101	61		
	TP (%)	23,97	31,70	25,68	19,34	0,051	0,54
DG₂ D ₆₃	Prenha (n)	17	6	24	14		
	Vazia (n)	67	19	77	47		
	TC (%)	20,61	23,87	24,16	23,15	0,057	0,95
	TP_{ac} (%)	39,67	48,15	43,68	38,24	0,058	0,71
DG₃ D ₁₀₈	Prenha (n)	21	5	29	22		
	Vazia (n)	46	14	48	25		
	TC (%)	31,75	26,27	37,99	46,86	0,073	0,31
	TP_{ac} (%)	59,01	61,77	65,30	67,61	0,056	0,63
DG₄ D ₁₈₂	Prenha (n)	35	10	38	21		
	Vazia (n)	20	9	14	7		
	TC (%)	73,96	70,34	77,84	84,55	0,690	0,72
	TP_{ac} (%)	88,90	87,56	92,25	94,41	0,043	0,52

4 Abreviaturas: 1Erro Médio Padrão, 2 P-valor – efeito de tratamento foi significativo ($P \leq 0,05$); N. total: número
 5 de animais em cada classe; DG1: diagnóstico de gestação 1 (dia 27); DG2: diagnóstico de gestação 2 (dia 63);
 6 DG3: diagnóstico de gestação 3 (dia 108); DG4: diagnóstico de gestação 4 (dia 182); TP: taxa de prenhez; TC:
 7 taxa de concepção; TP_{ac}: taxa de prenhez acumulada; DG: diagnóstico de gestação; A: fêmeas selecionadas para
 8 AOL>13,08 cm² + EGS> 0,84 mm + MAR> 2,85 %; B: fêmeas selecionadas para AOL>14,68 cm² + EGS> 0,97;
 9 C: fêmeas selecionadas para AOL> 13,63 cm²; D: fêmeas selecionadas para EGS>0,91 mm.

10 Os resultados referentes ao peso corporal e escore de condição corporal ao início e ao
 11 final da estação de monta, estão expostos na Tabela 04. As médias de peso inicial foram
 12 significativamente distintas entre as classes ($p < 0,0001$), com a Classe A apresentando o maior
 13 peso, seguida respectivamente pela Classe B, Classe C e, por último, Classe D. Ao considerar
 14 o peso final, a Classe A permaneceu significativamente superior às outras classes, enquanto a
 15 Classe C foi semelhante às Classes B e D, que, por sua vez, diferiram entre si. O GPD entre o
 16 início e o final da estação foi de cerca de 0,747 kg/dia, e não diferiu entre as classes ($p = 0,1550$).

1 **Tabela 3-** Peso vivo e do escore de condição corporal ao início e ao final da estação de monta,
 2 de novilhas Nelore distribuídas em diferentes classes de composição de carcaça por
 3 ultrassom.

Variável	Classes				EPM ¹	P-valor ²
	A	B	C	D		
Peso_i	348,2 ^a	334,1 ^b	318,0 ^c	309,3 ^d	3,6040	<,0001
Peso_f	461,0 ^a	446,7 ^b	436,7 ^{bc}	428,6 ^c	4,0614	<,0001
GPD	0,728	0,726	0,766	0,770	0,0186	0,1550
ECC_i	3,59 ^a	3,53 ^b	3,52 ^b	3,55 ^{ab}	0,0188	0,004
ECC_f	4,06 ^a	4,05 ^a	3,87 ^c	3,92 ^b	0,0217	<,0001
GECC	0,47 ^a	0,52 ^a	0,35 ^b	0,37 ^b	0,0212	<,0001

4 Abreviaturas: 1Erro Médio Padrão, 2P-valor – efeito de tratamento foi significativo ($P \leq 0,05$). PESO_i: peso inicial;
 5 PESO_f: peso final; GPD: ganho de peso diário; ECC_i: escore de condição corporal inicial; ECC_f: escore de
 6 condição corporal final; GECC: ganho de escore corporal; A: fêmeas selecionadas para AOL>13,08 cm² + EGS>
 7 0,84 mm + MAR> 2,85 %; B: fêmeas selecionadas para AOL>14,68 cm² + EGS> 0,97 ; C: fêmeas selecionadas
 8 para AOL> 13,63 cm² ; D: fêmeas selecionadas para EGS>0,91 mm.

9 O ECC_i foi significativamente diferente entre as Classes ($p=0,004$), a Classe A
 10 apresentou maior ECC_i comparado às Classes B e C, a Classe D foi semelhante a todos os
 11 tratamentos. As Classes A e B não diferiram entre si para o ECC_f, e foram superiores às Classes
 12 C e D, a Classe C por sua vez foi inferior a D e apresentou menor ECC_f. Todas as classes
 13 ganharam ECC, entre o início e o final da estação de monta, no entanto o GECC não diferiu
 14 entre as Classes A e B, que por sua vez foram superiores as Classes C e D, ganhando
 15 aproximadamente 37,5% a mais de ECC no período.

16 Os resultados referentes a estratificação das taxas de prenhez e concepção por escore de
 17 condição corporal inicial estão apresentados na Tabela 04.

18

1 **Tabela 4-** Taxas de prenhez, taxa de concepção e taxa de prenhez acumulada nos diferentes
 2 diagnósticos de gestação ao longo da estação de monta por faixa de escore de condição
 3 corporal de novilhas Nelore distribuídas em diferentes classes de composição de carcaça por
 4 ultrassom.

Momento	Condição	ECC				EPM ¹	P-valor ²
		3,25	3,5	3,75	4		
N. total		39	217	89	10		
DG₁ <i>D₂₇</i>	TP (%)	26,95	22,7	28,24	23,86	0,074	0,77
DG₂ <i>D₆₃</i>	TC (%)	3,50^b	27,72^a	17,57^{ab}	40,10^a	0,075	0,05
	TP_{ac} (%)	29,68	44,26	40,80	54,84	0,081	0,33
DG₃ <i>D₁₀₈</i>	TC (%)	33,32	42,3	25,52	40,11	0,105	0,21
	TP_{ac} (%)	53,04	68,01	55,99	72,93	0,077	0,10
DG₄ <i>D₁₈₂</i>	TC (%)	83,85	77,00	72,45	100,0	0,055	0,85
	TP_{ac} (%)	91,79	92,12	87,52	100,0	0,026	0,70

5 Abreviaturas: ECC: escore de condição corporal inicial; ¹ Erro Médio Padrão, ²P-valor – efeito de tratamento foi
 6 significativo ($P \leq 0,05$); N. total: número de animais em cada classe; DG₁: diagnóstico de gestação 1 (dia 27);
 7 DG₂: diagnóstico de gestação 2 (dia 63); DG₃: diagnóstico de gestação 3 (dia 108); DG₄: diagnóstico de gestação
 8 4 (dia 182); TP: taxa de prenhez; TC: taxa de concepção; TP_{ac}: taxa de prenhez acumulada; DG: diagnóstico de
 9 gestação.

10

11 Quando avaliado o efeito do escore de condição corporal ao início da estação de monta
 12 nas taxas reprodutivas, utilizando o escore de condição inicial como efeito fixo, foi observado
 13 efeito apenas na taxa de concepção do DG₂ ($p=0,0455$), onde os animais com escore 4 e 3,5
 14 apresentaram os maiores valores de taxa de concepção, sendo estatisticamente semelhantes. Por
 15 outro lado, animais com escore de 3,25 demonstraram menor taxa de concepção, enquanto
 16 aqueles com escore de 3,75, foram intermediários e não diferiram dos demais escores.

17 Nos demais momentos do diagnóstico de gestação, a taxa de concepção e a taxa de
 18 prenhez acumulada, não diferiram entre os escores de condição corporal, bem como a taxa de
 19 prenhez acumulada ao final da gestação ($\sim 91,15\%$; $p=0,70$).

1 A média de peso ao nascimento dos bezerros (Tabela 06), classificados de acordo com
 2 a seleção das mães com base nas características de carcaça, foi aproximadamente 29,95 kg e
 3 não apresentou diferenças significativas entre as classes ($p=0,2994$). No entanto, ao analisar o
 4 peso dos bezerros em relação ao sexo, os bezerros machos foram 1,8 kg mais pesados do que
 5 as fêmeas ($p<0,001$).

6 **Tabela 5-** Peso ao nascimento de bezerros nascidos de novilhas Nelore distribuídas em
 7 diferentes classes de composição de carcaça por ultrassom.

Categoria	Sexo	Classes	N	Média	EPM¹	P-valor²
Bezerros		A	73	29,93	0,576	0,30
		B	23	29,59		
		C	100	30,71		
		D	56	29,55		
	Macho			30,86^a	0,398	<0,001
	Fêmea			29,03^b		

8 Abreviaturas: ¹Erro Médio Padrão, ²P-valor – efeito de tratamento foi significativo ($P \leq 0,05$); N: número de
 9 animais em cada classe A: fêmeas selecionadas para AOL>13,08 cm² + EGS> 0,84 mm + MAR> 2,85 %; B:
 10 fêmeas selecionadas para AOL>14,68 cm² + EGS> 0,97; C: fêmeas selecionadas para AOL> 13,63 cm²; D: fêmeas
 11 selecionadas para EGS>0,91 mm.

12 Na Tabela 06 estão apresentados o ganho médio diário de peso (GMD) dos bezerros,
 13 estratificados de acordo com a classe da matriz, ou considerando o sexo como efeito fixo. Foram
 14 analisados o GMD de 46 bezerros com idade média de 158 dias. A média geral entre as classes
 15 foi de 0,958 kg/dia, e não diferiu entre as classes de matrizes ($p=0,6233$). No entanto, quando
 16 considerado o sexo dos bezerros como efeito fixo, observou-se uma tendência para os machos
 17 apresentarem um maior ganho de peso em comparação com as fêmeas ($p=0,0899$), tendo estes
 18 um GMD de 0,082 kg/dia a mais comparado as fêmeas. Os animais dos quais foram avaliados
 19 o GMD aos 158 dias, foram os mesmos dos quais foram coletados a vassoura da cauda e
 20 avaliado a frequência alélica do gene da tiroglobulina.

21

22

23

24

25

26

27

1 **Tabela 6-** Ganho médio diário de peso (GMD) dos bezerros nascidos de novilhas Nelore
2 distribuídas em diferentes classes de composição de carcaça por ultrassom.

Categoria	Sexo	Classes	N	GMD, kg/dia	EPM¹	P-valor²
Bezerros		A	15	0,991	0,0469	0,63
		B	10	0,917		
		C	11	0,983		
		D	10	0,937		
	Macho			0,998	0,0332	0,08
	Fêmea			0,916		

3 Abreviaturas: ¹Erro Médio Padrão, ²P-valor – efeito de tratamento foi significativo ($P \leq 0,05$) e tendência ($P >$
4 $0,05$ e $\leq 0,10$); N: número de animais em cada classe; A: fêmeas selecionadas para AOL>13,08 cm² + EGS> 0,84
5 mm + MAR> 2,85 %; B: fêmeas selecionadas para AOL>14,68 cm² + EGS> 0,97; C: fêmeas selecionadas para
6 AOL> 13,63 cm²; D: fêmeas selecionadas para EGS>0,91 mm.

7 Os dados referentes a frequência alélica do polimorfismo do gene TG em novilhas e
8 bezerros, estão apresentados na Tabela 07.

9 **Tabela 7 -** Frequências alélicas do polimorfismo do gene TG entre as classes de novilhas Nelore
10 distribuídas em diferentes classes de composição de carcaça por ultrassom.

Categoria	Característica	Classes				Freq. Alélica (CC%)	EPM¹	P-valor²
		A	B	C	D			
N. total		15	10	11	10			
Novilhas	Mar (%)	3,63	2,3	2,8	3,16	100,0	0,00	1,00
Bezerros		-	-	-	-	100,0	0,00	1,00

11 Abreviaturas: n. total: número de animais; MAR: marmoreio; Freq. Alélica: frequência alélica; A: fêmeas
12 selecionadas para AOL>13,08 cm² + EGS> 0,84 mm + MAR> 2,85 %; B: fêmeas selecionadas para AOL>14,68
13 cm² + EGS> 0,97; C: fêmeas selecionadas para AOL> 13,63 cm²; D: fêmeas selecionadas para EGS>0,91 mm.

14 Todos os indivíduos avaliados, novilhas e bezerros, apresentaram uma frequência alélica
15 de 100% para o alelo C, indicando que todos são homocigotos (CC) para o gene da
16 Tiroglobulina.

17 Os resultados referentes aos valores séricos de Leptina estão apresentados na Tabela 09.
18 Das 75 fêmeas avaliadas para a mensuração dos níveis de Leptina, não foi observada relação
19 entre esses níveis e as classes estudadas. As médias das concentrações de leptina foram de 7,24
20 ng/mL para a classe A, 6,81 ng/mL para a classe B, 6,67 ng/mL para a classe C e 6,37 ng/mL
21 para a classe D.

1 **Tabela 8-** Associação entre as Classes e as concentrações de Leptina plasmática, espessura de
 2 gordura subcutânea, marmoreio, escore de condição corporal e peso final de
 3 novilhas Nelore distribuídas em diferentes classes de composição de carcaça por
 4 ultrassom.

Características	CLASSES				EPM ¹	P-valor ²
	A	B	C	D		
N. total	20	15	20	20		
Leptina (ng/mL)	7,24	6,81	6,67	6,37	0,478	0,91
EGS (mm)	4,29	3,86	2,45	3,87	0,752	0,56
Mar (%)	3,57	2,39	2,75	2,97	0,325	0,77
ECC_f	4,03	4,05	3,95	3,97	0,466	0,91
Peso_f (kg)	453	437,3	448,8	439,1	0,760	0,53

5 Abreviaturas: ¹Erro Médio Padrão, ²P-valor – efeito de tratamento foi significativo ($P \leq 0,05$) n. total: número de
 6 animais; Mar: marmoreio; A: fêmeas selecionadas para AOL>13,08 cm² + EGS> 0,84 mm + MAR> 2,85 %; B:
 7 fêmeas selecionadas para AOL>14,68 cm² + EGS> 0,97; C: fêmeas selecionadas para AOL> 13,63 cm²; D: fêmeas
 8 selecionadas para EGS>0,91 mm; EGS: espessura de gordura subcutânea; Mar: marmoreio; ECC_f: escore de
 9 condição corporal final.

10

11 Os níveis plasmáticos de leptina, a frequência alélica do gene da tiroglobulina, bem
 12 como a espessura de gordura subcutânea e a porcentagem de marmoreio no músculo
 13 *Longissimus thoracis*, também foram mensurados nos touros utilizados na estação reprodutiva
 14 e estão apresentados na Tabela 09.

15

16 **Tabela 9-** Análise descritiva dos níveis de Leptina plasmática, frequência alélica do gene
 17 Tireoglobulina, espessura de gordura subcutânea e marmoreio dos touros

Características	Touro	
	Concreto	Alicerce
Leptina (ng/mL)	4,72	6,85
TG	CC	CC
EGS (mm)	6,22	8,04
Mar (%)	4,05	4,65

18 Abreviaturas: TG: Tireoglobulina; EGS: espessura de gordura subcutânea; Mar: marmoreio.

19

20 Ambos os touros foram homocigotos para o gene TG5' (CC), bem como apresentaram
 21 espessura de gordura subcutânea acima de 6 mm e porcentagem de marmoreio maior que 4%,
 22 o touro Alicerce apresentou maior nível plasmático de leptina comparado ao touro Concreto
 (6,85 vs 4,75 ng/ml, respectivamente).

4. DISCUSSÃO

A criação de classes a partir das características de carcaça nos permite melhor padronização do rebanho. As novilhas classificadas como classe A foram identificadas como as melhores em relação à condição corporal, apresentando equilíbrio para as três principais características: Área de Olho de Lombo (AOL) com uma média de 58,54 cm², Espessura de Gordura Subcutânea (EGS) com média de 4,25 mm e Marmoreio (MAR) com média de 3,49%, além de maior peso corporal médio de 348,24 kg ($p < 0,0001$). Na classe B, foram incluídas as fêmeas com melhor equilíbrio para AOL (57,83 cm²) e EGS (4,04 mm), com o segundo maior peso corporal médio de 334,14 kg ($p < 0,0001$). A classe C foi composta por novilhas selecionadas apenas pela AOL (54,95 cm²), apresentando o terceiro maior peso médio de 317,98 kg ($p < 0,0001$). Por fim, as fêmeas da classe D foram selecionadas para EGS (3,74 mm), com uma média de peso de 309,28 kg ($p < 0,0001$) como observado na Tabela 1.

Os resultados obtidos no presente estudo, para as características AOL e EGS mostraram valores superiores aos observados na média da raça Nelore. Os resultados de Bis (2024), Brunet (2022) e Yokoo *et al.* (2009) relataram valores de 55,78 e 2,32; 57,37 e 3,95; 48,38 e 1,93, respectivamente para essas características. Além disso, as médias obtidas neste estudo se aproximam com as de Brunet (2022), que, ao analisar novilhas convencionais e precoces da raça Nelore, obteve valores de $46,53 \pm 7,17$ e $57,7 \pm 8,32$ para AOL e $3,95 \pm 2,23$ e $2,25 \pm 0,86$ para EGS.

A classificação de novilhas feita com base nas características de carcaça permite a tomada de decisão não apenas pelo parâmetro do peso, mas também pela condição corporal imediata, proporcionando caracterização mais completa do perfil dos animais. Estudos conduzidos por Brunet (2017), revelaram que características como AOL e EGS possuem herdabilidade média a alta, indicando diferenças genéticas aditivas entre os indivíduos e destacando a seleção como uma ferramenta eficaz para promover mudanças genéticas no rebanho.

Nesse contexto, a tecnologia de ultrassonografia se destacou como uma ferramenta essencial e consolidada para a previsão dessas características, sendo amplamente empregada na propriedade para orientar nas decisões produtivas. Essas decisões incluem o descarte de animais, a realização de acasalamentos corretivos com escolha precisa do sêmen a ser utilizado e o aprimoramento das condições das fêmeas com base nos diagnósticos fornecidos.

1 Para otimizar a seleção genética visando o aprimoramento na produção de animais
2 destinados à indústria da carne, é fundamental compreender como essas características de
3 interesse produtivo impactaram na vida reprodutiva das fêmeas, podendo ser utilizadas como
4 indicadores de eficiência reprodutiva para tornar a seleção mais efetiva.

5 Com base nessas classificações de seleção para cada classe, esperava-se que as fêmeas,
6 possivelmente classificadas como classe A, apresentassem melhor desempenho em taxa de
7 prenhez em relação à classe B, que, por sua vez, fosse superior à classe C, e esta, por sua vez,
8 superior à classe D. Essa expectativa era fundamentada na associação entre duas ou mais
9 características, proporcionando maior equilíbrio e condição corporal para as fêmeas, conforme
10 sugerido por Martin *et al.* (2008). No entanto, como observado na Tabela 2, o desempenho
11 reprodutivo das taxas de prenhez, concepção e taxa de prenhez acumulada a inseminação
12 artificial nos diferentes diagnósticos de gestação ao longo da estação de monta não diferiram
13 entre si.

14 Além disso, prezou-se no estudo uma distribuição eficaz das variáveis de campo entre
15 os lotes e a utilização de apenas dois inseminadores altamente treinados, assim como
16 reprodutores com históricos de fertilidade semelhantes. Adicionalmente, todos os animais
17 incluídos no estudo pertenciam à mesma categoria, sendo novilhas. Apesar da diferença
18 estatística significativa ($p=0,004$), observou-se variação mínima no Escore de Condição
19 Corporal (ECC), com média de 3,55 entre as classes, ou seja, buscou-se manter os animais o
20 mais uniforme possível em questões ambientais.

21 Apesar da ausência de diferença entre a taxa de prenhez acumulada no último
22 diagnóstico de gestação ($p= 0,5281$), a classe D apresentou a maior porcentagem de animais
23 prenhes dentre as outras classes. Embora seja considerada a classe de menor peso, as novilhas
24 classificadas como D apresentavam condição de escore corporal semelhante às outras classes
25 (Tabela 3). Além disso, a característica classificatória EGS de 3,74 pode ter colaborado com
26 esse resultado. Essa constatação é congruente com o estudo de Freitas *et al.* (2021), que
27 avaliaram novilhas Nelore sob manejo de IATF e identificou que o peso vivo e o escore de
28 condição corporal não influenciaram a puberdade e a relação prenhez/IATF. No entanto, as
29 novilhas que apresentaram espessura de gordura subcutânea maior que 3,4 mm tiveram maior
30 taxa de puberdade e relação prenhez/IATF.

31 A condição corporal exerce influência direta sobre a fertilidade das fêmeas bovinas,
32 podendo manter a ciclicidade em animais com ECC 2 ou mais, conforme demonstrado em
33 estudos anteriores (Short *et al.*, 1990; Cutaia *et al.*, 2003). Essa medida é fundamental na

1 avaliação geral do animal, pois prediz suas reservas energéticas por meio da cobertura de
2 músculos e gordura.

3 Os resultados obtidos em nossa pesquisa revelaram que as fêmeas não apenas
4 mantiveram boas condições corporais ao longo da estação de monta, como também melhoraram
5 seu escore corporal nesse período. Destaca-se que a condição corporal no início da estação de
6 monta (ECC_i) teve impacto significativo na segunda inseminação artificial, influenciando
7 diretamente na taxa de concepção do segundo diagnóstico de gestação (Tabela 4). Esses
8 resultados corroboram com achados anteriores, como os relatados por Hartmann *et al.* (2022),
9 que identificaram relação entre a condição corporal e a probabilidade de prenhez em fêmeas
10 Nelore, especialmente em programas de inseminação artificial em tempo fixo.

11 Estudos anteriores, como o de Maciel (2006), evidenciaram correlação positiva e
12 significativa entre o ECC e a espessura da camada de gordura subcutânea em animais Nelore,
13 medida por ultrassonografia na região da garupa. Isso sugere que uma avaliação visual da
14 condição corporal em um ponto anatômico específico pode ser uma medida eficaz da deposição
15 de gordura e do estado metabólico do animal. Observou-se também que as fêmeas com pior
16 condição corporal, entre 2,0 e 2,5, apresentaram menor taxa de prenhez em comparação com
17 aquelas em melhor condição, entre 3 e 4, quando submetidas a programas de Inseminação
18 Artificial em Tempo Fixo (IATF), como também relatado por Cutaia *et al.* (2003) e apresentado
19 por Cutaia e Bó (2004). Esses achados foram consistentes com outros estudos que aumentaram
20 as taxas de concepção em programas de IATF para fêmeas com melhor condição corporal
21 (Lamb *et al.*, 2001; Meneghetti; Losi; Martins, 2005; Meneghetti; Vasconcelos 2008).

22 Os resultados relacionados aos bezerros indicaram que não houve diferença
23 significativa nos pesos ao nascimento e no ganho de peso entre as classes de novilhas (Tabelas
24 5 e 6). No entanto, ao analisar os dados por sexo, observou-se distinção entre machos e fêmeas
25 em relação ao peso ao nascer ($p= 0,0005$). Essa disparidade pode ser atribuída ao dimorfismo
26 sexual, no qual os machos tendem a apresentar maior ganho de peso e maior deposição de tecido
27 muscular, influenciados pela ação da testosterona. Este hormônio desempenha um papel crucial
28 na regulação do número de fibras musculares, resultando em maior número de fibras musculares
29 nos machos em comparação com as fêmeas no mesmo músculo (McManus *et al.*, 2002).

30 O aumento do número de fibras musculares nos machos é modulado pela testosterona
31 durante o processo de diferenciação celular fetal, que ocorre durante a gestação. Durante esta
32 fase, conhecida como hiperplasia, o número de fibras musculares é estabelecido e permanece
33 inalterado após o nascimento (Picard *et al.*, 2002). O crescimento subsequente da massa
34 muscular ocorre principalmente por hipertrofia das fibras já existentes. O potencial de

1 crescimento e o tamanho corporal final do animal são amplamente determinados durante a vida
2 intrauterina, quando ocorre o término do processo de proliferação das fibras musculares
3 (Santello *et al.*, 2010).

4 Embora não tenha havido diferenças significativas nos pesos dos bezerros, pode-se
5 considerar que as novilhas de menor porte, classificadas como Classe D e apresentando os
6 menores pesos entre as classes (309,28 kg), podem ser mais eficientes em termos de custo de
7 manutenção. Além disso, essas novilhas foram capazes de produzir bezerros com peso médio
8 semelhante aos das novilhas de maior porte. Resultados semelhantes foram encontrados em
9 estudos, onde a seleção de animais de tamanho médio demonstrou vantagens em relação aos
10 animais maiores ou menores (Silva *et al.*, 2015).

11 Pesquisas anteriores destacaram que o peso ao nascer é uma variável importante que
12 influencia a fertilidade das fêmeas (Machado *et al.*, 2001). Portanto, este índice é crucial e deve
13 ser considerado na seleção de animais. Em nossos resultados, constatou-se que,
14 independentemente da classificação das novilhas, os bezerros apresentaram pesos ao
15 nascimento e ganhos de peso semelhantes no período de 158 dias de avaliação.

16 A leptina, uma proteína chave sintetizada e secretada pelos adipócitos, desempenha
17 um papel crucial na comunicação das reservas energéticas, estado nutricional e mudanças
18 metabólicas para o eixo reprodutivo (Hausman *et al.*, 2012). Segundo Barash *et al.* (1996), a
19 ação da leptina sobre a reprodução pode ocorrer de duas formas distintas: direta, ao influenciar
20 partes do sistema reprodutivo, estimulando a esteroidogênese; e indireta, por meio de sua
21 influência sobre o eixo hipotalâmico-hipofisário, que monitora o estado nutricional do
22 indivíduo, permitindo a continuidade dos processos reprodutivos quando há reservas
23 energéticas adequadas, ou temporariamente bloqueando a reprodução em caso contrário.

24 Em nossos resultados, constatou-se que os níveis circulantes de leptina, tanto entre as
25 diferentes classes de novilhas como nos touros, não apresentaram correlação. As médias das
26 concentrações de leptina foram de 7,24 ng/mL para a classe A, 6,81 ng/mL para a classe B, 6,67
27 ng/mL para a classe C e 6,37 ng/mL para a classe D (Tabela 8 e 9). Esses resultados se
28 encontram próximos dos achados de Sanches (2006), onde as concentrações médias de leptina
29 em novilhas Nelore foram de 6,2 e 8,3 ng/mL.

30 O fato de não encontrar correlação significativa da concentração plasmática de leptina
31 e as classes, vão contra à hipótese de que os níveis circulantes de leptina estariam associados à
32 quantidade de gordura corporal depositada. Autores como Yonekura *et al.* (2002) e Gillis *et al.*
33 (2004), também não encontraram associação significativa entre a concentração de leptina e as
34 características de carcaça.

1 Uma possível explicação para essa falta de correlação poderia residir no fato de que os
2 níveis plasmáticos de leptina nem sempre refletem sua atividade fisiológica efetiva, já que
3 fatores como a expressão e sensibilidade de seus receptores podem influenciar a ação da leptina
4 circulante, além do fato que as novilhas selecionadas para a coleta de amostras de sangue
5 apresentavam medidas semelhantes de espessura de gordura, porcentagem de marmoreio,
6 escore de condição corporal e pesos, o que contribuiu para a ausência de diferenças
7 significativas nos níveis de leptina plasmática entre as diferentes classes. Essas descobertas
8 destacam a complexidade da regulação hormonal e ressaltam a necessidade de compreensão
9 mais aprofundada dos mecanismos subjacentes à ação da leptina no contexto da reprodução e
10 do metabolismo dos animais.

11 Em bovinos, um polimorfismo de nucleotídeo único (SNP) na região 5' não traduzida
12 (5'UTR) do gene tiroglobulina (TG5) foi associado ao marmoreio (Barendse, 1997). O gene
13 TG está localizado no cromossomo 14 e codifica a tireoglobulina, precursora de hormônios
14 tireoidianos que influenciam o metabolismo de lipídeos (Barendse et al., 2001). Esse SNP é
15 caracterizado pela transição de um nucleotídeo de base citosina (alelo C) por um de base timina
16 (alelo T), sendo que animais homocigotos T/T ou heterocigotos C/T tendem a apresentar mais
17 marmoreio em relação a animais com genótipos C/C (Barendse et al., 2004). Nesse estudo,
18 amplificou-se a região de interesse do gene TG5 por PCR com subsequente restrição com a
19 enzima BstYI.

20 Com o propósito de identificar a presença de polimorfismo no gene TG5 entre as
21 novilhas, touros e a progênie, em busca de uma possível associação com os resultados de
22 marmoreio obtidos por ultrassom, superiores à média nacional e às médias registradas por
23 Brunet (2022) e Yooko (2010), constatou-se que todos os animais sequenciados apresentaram
24 o genótipo CC (Tabelas 7 e 9). Esses resultados corroboram com estudos anteriores, como os
25 de Fortes (2007) e Ripoli (2011), que não identificaram o alelo T em animais da raça Nelore.
26 Vale ressaltar que raças zebuínas, conhecidas por apresentarem menor teor de marmoreio em
27 comparação com raças taurinas (Marshall, 1999), tendem a ter maior frequência do alelo C.

28 Apesar da associação entre o polimorfismo TG5 e as características fenotípicas
29 avaliadas não ter sido evidenciada, conforme também descrito por Carvalho (2012), os
30 resultados sugerem que outros alelos do gene TG podem estar relacionados ao marmoreio ou à
31 deposição de gordura subcutânea. Ademais, destaca-se que a região centromérica do
32 cromossomo 14 continua sendo uma área promissora na busca por novos genes e polimorfismos
33 que possam ser utilizados em programas de melhoramento genético de bovinos.

1 As novilhas contemporâneas da fazenda têm sido submetidas a um processo contínuo
2 de seleção genética visando ao aprimoramento das características de carcaça, com a
3 ultrassonografia de carcaça, como critério principal de seleção. O mapeamento de toda a safra
4 de animais ao sobreano tem possibilitado a maximização dos acasalamentos, resultando na
5 produção de indivíduos mais equilibrados internamente e contribuindo para o aumento da
6 frequência de novilhas superiores ao longo dos anos. Dessa forma, o resultado positivo em
7 relação à composição de carcaça reflete, principalmente, a eficácia da tecnologia de
8 ultrassonografia, aliada a uma genética precisa e corretiva, potencializada pelo conhecimento
9 corporal que essa tecnologia proporciona.

10

11 **5. CONCLUSÃO**

12 A seleção de novilhas Nelore por meio de classes formadas a partir de características de
13 carcaça não demonstrou influência significativa na taxa de prenhez, taxa de concepção e taxa
14 de prenhez acumulada. Da mesma forma, o peso e o ganho de peso dos bezerros não
15 apresentaram diferenças significativas de acordo com a classificação das mães. Além disso, não
16 foram identificadas relações do grau de marmoreio e a expressão do gene da Tireoglobulina em
17 novilhas, bezerros e touros. Não foram observadas diferenças nos níveis de Leptina plasmática
18 entre as diferentes classes de novilhas.

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

6. LITERATURA CITADA

- AZEVEDO DMMR, Martins Filho R, Lobo RNB, Malhado CHM, Lobo RB, Moura AAA de, Pimenta Filho EC. Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no Norte e Nordeste do Brasil. *Rev Bras Zootec.* 2006;35(3):988–996.
- BAILEY, C.; JENSEN, J.; BECH ANDERSEN, B. Ultrasonics scanning and body measurements for predicting composition and muscle distribution in young Holstein x Friesian bulls. *Journal of Animal Science*, v.63, p. 1337-1346, 1986.
- BARASH, I. A.; CHEUNG, C. C.; WEIGLE, D. S.; REN, H.; KABIGTING, E. B.; KUIJPER, J. L.; CLIFTON, D.; STEINER, R. A. Leptin is a metabolic signal to the reproductive system. *Endocrinology*, v.137, p.3144-3147, 1996.
- BARENDSE W, Vaiman D, Kemp SJ, Sugimoto Y, Armitage SM, Williams JL, Sun HS, Eggen A, Agaba M, Aleyasin SA, Band M, Bishop MD, Buitkamp J, Byrne K, Collins F, Cooper L, Coppettiers W, Denys B, Drinkwater RD, Easterday K, Elduque C, Ennis S, Erhardt G, Li L, et al. A medium-density genetic linkage map of the bovine genome. *Mamm Genome*. 1997 Jan;8(1):21-8. doi: 10.1007/s003359900340. Erratum in: *Mamm Genome* 1997 Oct;8(10):798. Lil, L [corrected to Li, L]. PMID: 9021143.
- BARENDSE W., Bunch J. R., Thomas M., Armitage S., Baud S. & Donaldson N. 2004. The TG5 Thyroglobulin gene teste for a marbling quantitative trait loci evaluated in feedlot cattle. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 44, 669-674.
- BARENDSE, W., Bunch, R., Thomas, M., Armitage, S., Baud, S., Donaldson, N., 2001. O teste do marcador de DNA TG5 para capacidade de marmoreio em gado confinado australiano. In: *Anais do Simpósio de Marmoreio CRC de Qualidade da Carne Bovina*. Coff's Harbour, Austrália, pp.
- BARRETO, F et al. Polimorfismo de Base Única No Gene Da Tireoglobulina Relacionado Ao Marmoreio Carne Em Bovinos Da Raça Pantaneira, 2012.
- BERGEN, R. D.; McKINNON, J. J.; CHRISTENSEN, D. A.; KOHLE, N.; BELANGER, A. Prediction of lean yield in yearling bulls using real-time ultrasound. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 76, p. 305-311, 1996.
- BIS, F. C. (2023). Influência dos protocolos hormonais na avaliação genética da precocidade sexual e relação entre a precocidade com características de crescimento e carcaça em fêmeas precoce da raça Nelore (Dissertação (Mestrado)). Universidade de São Paulo, Pirassununga. Recuperado de <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74135/tde-21022024-153824/>
- BRUCKMAIER, R. M.; LEHMANN, E.; HUGI, D.; HAMMON, H. M.; BLUM, J. W. Ultrasonic measurement of longissimus dorsi muscle and backfat associated with metabolic and endocrine traits, during fattening of intact and castrated male cattle. *Livestock Production Science*, v.53, p. 123-134, 1998
- BRUMATTI RC, Ferraz JBS, Eler JP, Formigoni EIB. Desenvolvimento de índice de seleção em gado corte sob o enfoque de um modelo bioeconômico. *Arch Zootec.* 2011;60(230):205–213.

- 1 BRUNES, L. C. Estudo genético-quantitativo de características de crescimento, reprodução,
2 carcaça e escores visuais em um rebanho nelore sob seleção para precocidade sexual. 2017.
3 190 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.
- 4 BRUNES, L. C., BALDI, F. S., COSTA, M. F. O. E., QUINTANS, G., BANCHERO, G.,
5 LÔBO, R. B., & MAGNABOSCO, C. U.. (2022). Early growth, backfat thickness and body
6 condition has major effect on early heifer pregnancy in Nelore cattle. *Anais Da Academia*
7 *Brasileira De Ciências*, 94(1), e20191559. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120191559>
- 8 CARVALHO TD, Siqueira F, de Almeida Torres RA, et al. Association of polymorphisms in
9 the leptin and thyroglobulin genes with meat quality and carcass traits in beef cattle. *Rev Bras*
10 *Zootec* 2012; 41:2162-8. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012001000004>.
- 11 corte da Embrapa Cerrados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, p. 648-657,2002.
- 12 COUTINHO, Carolina Cesarino. Curvas de crescimento de características de carcaça obtidas
13 por ultrassonografia em bovinos Nelore selecionados para peso pós desmame. 2014. 60 f.
14 Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu,
15 2014.
- 16 CUTAIA, L.; BÓ, G. A. Factores que afectan los resultados en programas de inseminación
17 artificial a tiempo fijo en rodeos de cría utilizando dispositivos com progesterona. In:
18 SIMPOSIO INTERNACIONAL DE REPRODUCCIÓN BOVINA, 1., 2004, Barquisimeto.
19 *Anales...* Barquisimeto: [s.n], 2004. p. 109-123.
- 20 CUTAIA, L.; VENERANDA, G.; TRÍBULO, R.; BARUSELLI, P. S.; BÓ, G. A. Programas
21 de inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de cría: factores que lo afectan y resultados
22 productivos. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE REPRODUCCIÓN ANIMAL, 5., 2003,
23 Córdoba, Argentina. *Anales..* Córdoba, Argentina: [s.n], p. 119-132.
- 24 FAULKNER, D. B.; PARRET, D. F.; McKEITH, F. K.; BERGER, L. L. Prediction of fat
25 cover and carcass composition from live and carcass measurements. *Journal of Animal*
26 *Science*, v. 68, p. 604-610, 1990.
- 27 FORTES M.R.S. 2007. Polimorfismos dos genes CAPN1, CAST, LEP, TG e DGAT1 como
28 possíveis indicadores da qualidade da carne em bovinos zebuínos e cruzados abatidos em
29 idade jovem. Dissertação de Mestrado. Departamento de Reprodução Animal, USP, São
30 Paulo, 85 p.
- 31 FREITAS, B. G., MINGOTI, R. D., MONTEIRO, B. M., GUERREIRO, B. M., CREPALDI,
32 G. A., RAMOS, L., G.S., VASCONCELLOS, F.M., SA-FILHO, M.F., D'OCCHIO, M.J.
33 BARUSELLI, P. S. Relationship of body maturation with response to estrus synchronization
34 and fixed-time AI in Nelore (*Bos indicus*) heifers. *Livestock Science*, v. 251, p. 104632, 2021.
- 35 GILLIS, M.H.; DUCKETT, S. K.; SACKMANN, J. R.; REALINI, C. E.; KEISLER, D. H.;
36 PRINGLE, T. D. 2004. Effects of supplemental rumen-protected conjugated linoleic acid or
37 linoleic acid on feedlot performance, carcass quality, and leptin concentrations in beef cattle.
38 *Journal of Animal Science*. v.82, p.851-859.
- 39 HAMLIN, K. E.; GREEN, R. D.; CUNDIFF, L. V.; WHELLER, T. L.; DIKEMA, M. E.
40 Real-time ultrasonic measurement of fat thickness and longissimus muscle diameter: II.

- 1 Relationships between real-time ultrasound measures and carcass retail yield. *Journal of*
2 *Animal Science*, v. 73, p. 1725-1734, 1995.
- 3 HARTMANN, W., & Machado, H. A. S. (2022). Influência do escore corporal sobre a taxa de
4 prenhez de vacas Nelore no Estado do Tocantins / Influência do escore corporal sobre a taxa
5 de prenhez de vacas Nelore no Estado do Tocantins. *Brazilian Journal of Animal and*
6 *Environmental Research*, 5(1), 2–5. <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n1-001>
- 7 HASSEN, A.; WILSON, D. E.; ROUSE, G. H. Evaluation of carcass, live, and real- time
8 ultrasound measures in feedlot cattle: I. Assessment of sex and breed effects. *Journal of*
9 *Animal Science*, v.77, p. 273-282, 1999.
- 10 HAUSMAN, G. J.; BARB, C. R.; LENTS, C. A. Leptin and reproductive function.
11 *Biochimie*, v. 94, n. 10, p. 2075-2081, 2012.
- 12 LAMB, G. C.; STEVENSON, J. S.; KESLER, D. J. H. A.; GARVERICK, D. R.; BROWN,
13 B. R.; SALFEN, D. E. Inclusion of an intravaginal progesterone insert plus GnRH and
14 prostaglandin F₂ α for ovulation control in postpartum suckled beef cows. *Journal of Animal*
15 *Science*, Champaign, v. 79, p. 2253-2259, 2001.
- 16 LIMA J, Schraiber AD. Indução à redução da idade à puberdade de novilhas de corte com
17 progestágenos. Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão; 2011; Cruz Alta,
18 Brasil. Cruz Alta: UNICRUZ; 2011.
- 19 MACHADO, P. F. A. et al. Predição da taxa de gestação de novilhas da raça Nelore
20 acasaladas com um ano de idade. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*,
21 Belo Horizonte, v. 53, p. 1-10, 2001.
- 22 MAMEDE, M. M. S. Análise genética para maciez de carne e suas relações com as
23 características produtivas em bovinos nelore mocho. 2015. 88 f. Tese (Doutorado em Ciência
24 Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
- 25 Marshall D. M. 1999. Genetics of meat quality. In: Fries R., Ruvinsky A. The genetics of
26 cattle. 605-636.
- 27 MARTIN, J. L., CREIGHTON, K. W., MUSGRAVE, J. A., KLOPFENSTEIN, T. J.,
28 CLARK, R. T., ADAMS, D. C., FUNSTON, R. N. Effect of prebreeding body weight or
29 progestin exposure before breeding on beef heifer performance through the second breeding
30 season. *Journal of animal science*, v. 86, n. 2, p. 451-459, 2008.
- 31 MCMANUS, Concepta et al. Componentes reprodutivos e produtivos no rebanho de
32 MENEGHETTI, M.; LOSI, T. C.; MARTINS JUNIOR, A. P. Uso de protocolo de IATF
33 associado a diagnóstico precoce de gestação e ressincronização como estratégia para
34 maximizar o número de vacas gestantes por IA em estação de monta reduzida. *A Hora*
35 *Veterinária*, Porto Alegre, v. 147, p. 25-27, 2005.
- 36 MENEGHETTI, M.; VASCONCELOS, J. L. M. Mês de parição, condição corporal e resposta
37 ao protocolo de inseminação artificial em tempo fixo em vacas de corte primíparas. *Arquivo*
38 *Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 60, n. 4, p. 786-793, 2008.

- 1 PERRY, T. C.; FOX, D. G. Predicting carcass composition and individual feed requirement in
2 live cattle widely varying in body size. *Journal of Animal Science*, v.75, p. 300-307, 1997
- 3 PICARD, B.; LEFAUCHER, L.; BERRI, C.; DUCLOS, M. Muscle fibre ontogenesis in farm
4 animal species. *Reproduction and Nutrition Developmental*, Paris, v. 42, p. 415-431, 2002.
- 5 RENAND, G. & FISHER, A. V. Comparison of methods for estimating carcass fat content of
6 young Charolais bulls in performance testing station. *Livestock Production Science*, v.51,
7 p.205-213, 1997
- 8 RIPOLI M.V., Rogberg-Muñoz A., Lirón J.P., Francisco E., Villegas-Castagnasso E.E., Peral-
9 Garcia P. & Giovambattista G. 2011. History and selection imprinting on genetic relationships
10 among bovine breeds analyzed through five genes related with marbling. *Research in*
11 *Veterinary Science* 90, 245–252.
- 12 ROSA, A. N. F.; MENEZES, G. R. O. Papel do Zebu na pecuária brasileira. 2016. Disponível
13 em: <[https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9523901/artigo-papel-do-zebu-](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9523901/artigo-papel-do-zebu-napecuaria-de-corte-brasileira)
14 [napecuaria-de-corte-brasileira](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9523901/artigo-papel-do-zebu-napecuaria-de-corte-brasileira)>. Acesso em: 15 fev. 2024
- 15 SANCHES, A.C. Relação entre eficiência de crescimento, concentrações plasmáticas de
16 leptina e IGF-I, características de carcaça e consumo alimentar residual em novilhos de corte.
17 2006. 84f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- 18 SANTELLO, G. A. et al. Características das fibras musculares de cordeiros nascidos de
19 ovelhas recebendo suplementação protéica no terço inicial da gestação. *Revista Brasileira de*
20 *Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 39, n. 10, p. 2288-2296, 2010.
- 21 SHIN, S.C. and E.R. Chung. 2007. Association of SNP marker in the thyroglobulin gene with
22 carcass and meat quality traits in Korean cattle. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 20(2):172-177.
- 23 SHORT, R. E.; BELLOWS, R. H.; STAIGMILLER, R. B.; BERARDINELLI, J. G.;
24 CUSTER, E. E. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum
25 beef cattle. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 68, p. 799-816, 1990.
- 26 SILVA MD da, Barcellos JOJ, Prates ÊR. Desempenho reprodutivo de novilhas de corte
27 acasaladas aos 18 ou aos 24 meses de idade. *Rev Bras Zootec.* 2005;34(6):2057–2063.
- 28 SILVA, R. M., Souza, J. C., Fernandes, H. J., Abreu, U. G. P., Ferraz Filho, P. B., & Rosa, A.
29 N.. (2015). Eficiência produtiva ao desmame de vacas Nelore criadas no Pantanal. *Arquivo*
30 *Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia*, 67(4), 1105–1110.
31 <https://doi.org/10.1590/1678-4162-6909>.
- 32 SUGISAWA, L. Ultra-sonografia para predição das características de carcaça e composição
33 da carcaça de bovinos. Piracicaba, 2002. 70f. Dissertação (Mestre em Agronomia).
34 Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba,
35 2002.
- 36 VASCONCELOS, J. L. M.; VILELA, E. R.; SÁ FILHO, O. G. Remoção temporária de
37 bezerros em dois momentos do protocolo de sincronização da ovulação GnRH-PGF2 α -BE em

- 1 vacas Nelore pós-parto. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo
2 Horizonte, v. 61, n. 1, p. 95-103, 2009.
- 3 WALDNER, D. N.; DIKEMAN, M. E.; SCHALLES, R. R.; OLSON, W. G.; HOUGHTON,
4 P. L.; UNRUH, J. A.; CORAH, L. R. Validation of real-time ultrasound technology for
5 predicting fat thickness, longissimus muscle areas, and composition of Brangus bulls from 4
6 months to 2 years of age. Journal of Animal Science, v.70, p. 3044-3054, 1992.
- 7 WILTBANK, J.N.; ROBERTS, S.; NIX, J. et al. Reproductive performance and profitability
8 of heifers fed to weight 272 or 318 kg at the start of the first breeding season. Journal of
9 Animal Science, Champaign, v.60, n.1, p.25-34, 1985
- 10 YOKOO MJ, Lôbo RB, Araujo FRC, Bezerra LAF, Sainz RD, Albuquerque LG. Genetic
11 associations between carcass traits msured by real-time ultrasound and scrotal circumference
12 and growth traits in Nelore cattle. J Anim Sci. 2010;88:52–58.
- 13 YOKOO, MJT et al. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça
14 medidas por ultrassom em bovinos de corte. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 2, pág. 197-
15 292, 2009.
- 16 YONEKURA, S.; OKA, A.; NODA, M.; UOZUMI, N.; YONEZAWA, T.; KATOH, K.;
17 OBARA, Y. 2002. Relationship between serum leptin concentrations and the marbling scores
18 in Japanese Black Cattle. Animal Science Journal. v. 73, p. 51-57.
- 19
- 20

IMPLICAÇÕES

1
2
3 A seleção de novilhas da raça Nelore por meio da tecnologia da ultrassonografia
4 desempenha um papel crucial na evolução do ganho genético nos rebanhos do Brasil. Diversos
5 estudos têm sido conduzidos para compreender os impactos dessa estratégia na atividade
6 reprodutiva das fêmeas, na progênie e na produção de animais destinados ao abate.

7 Embora o uso da inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em combinação com a
8 seleção de touros de qualidade tenha contribuído significativamente para o aprimoramento da
9 produção de animais, o mapeamento das fêmeas por meio da ultrassonografia pode
10 potencializar ainda mais características relacionadas à reprodução e precocidade sexual,
11 aspectos que exercem influência considerável sobre a rentabilidade dos sistemas de produção
12 de bovinos de corte.

13 Nosso estudo contribui com uma linha de pesquisa nacional ao identificar como a
14 formação de classes e a interação de diferentes características de carcaça afetam o desempenho
15 reprodutivo de novilhas Nelore e a qualidade da progênie. Embora o número experimental de
16 animais não tenha revelado diferenças significativas nos resultados entre as classes, é crucial
17 ressaltar que os índices reprodutivos observados foram representativos em comparação com a
18 média nacional, além de testados em condições reais ao sistema de criação e utilizando a
19 genética padrão nacional, a fim de ter aplicação acessível, bem como corroborar com o
20 desenvolvimento da produção de bovinos de corte do Brasil.

21 Para pesquisas futuras, um aspecto a ser aprimorado é a organização e distribuição dos
22 animais em cada classe. É importante reduzir a variação das características de carcaça entre as
23 novilhas do mesmo grupo e aumentar a distinção entre as diferentes classes. Esse ajuste também
24 permitiria uma maior quantidade de animais por classe, tornando os grupos experimentais mais
25 homogêneos. Tais melhorias na metodologia poderiam aumentar a precisão dos resultados e
26 fornecer insights mais detalhados sobre a influência das características de carcaça na eficiência
27 reprodutiva e no desempenho da progênie.