

**UNIVERSIDADE BRASIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL  
CAMPUS DESCALVADO**

**LENITA POMPEO FERRAZ**

**FONTES E NÍVEIS DE VITAMINAS E MINERAIS NA DEPOSIÇÃO DE  
GORDURA INTRAMUSCULAR E QUALIDADE DA CARNE EM  
NOVILHAS ANGUS X NELORE**

**SOURCES AND LEVELS OF VITAMINS AND MINERALS IN  
INTRAMUSCULAR FAT DEPOSITION AND MEAT QUALITY IN ANGUS  
X NELORE HEIFERS**

Descalvado – SP

2024

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL**

**FONTES E NÍVEIS DE VITAMINAS E MINERAIS NA DEPOSIÇÃO DE  
GORDURA INTRAMUSCULAR E QUALIDADE DA CARNE EM  
NOVILHAS ANGUS X NELORE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Prof. Dr. Paulo Henrique Moura Dian  
**Orientador**

Descalvado – SP  
2024

**Ferraz, Lenita Pompeo.**  
F433f Fontes e níveis de vitaminas e minerais na deposição de gordura intramuscular e qualidade da carne em novilhas Angus x Nelore / Lenita Pompeo Ferraz. – Descalvado: Universidade Brasil, 2024.  
76 f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.  
Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Moura Dian.

1. Nutrição. 2. Marmoreio. Cruzamento industrial. I. Título.

CDD 636.2085



## TERMO DE APROVAÇÃO

### Lenita Pompeo Ferraz

“Fontes e Níveis de Vitaminas e Minerais na deposição de gordura intramuscular e qualidade da carne em novilhas Angus x Nelore.”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:

**Membros da banca:**

Orientador(a): Paulo Henrique Moura Dian

Membro interno: Cynthia Pieri Zeferino

Membro externo: Bárbara Volpi de Freitas Gaino

Orientador(a): Paulo Henrique Moura Dian

Documento assinado digitalmente

**gov.br**

PAULO HENRIQUE MOURA DIAN

Data: 28/01/2025 11:22:30-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro interno: Cynthia Pieri Zeferino

Documento assinado digitalmente

**gov.br**

CYNTHIA PIERI ZEFERINO

Data: 30/01/2025 16:49:41-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro externo: Bárbara Volpi de Freitas Gaino

Documento assinado digitalmente

**gov.br**

BARBARA VOLPI DE FREITAS GAINO

Data: 06/01/2025 15:30:47-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Houve alteração do título da dissertação?**

Sim

Não

Descalvado, 17 de dezembro de 2024

Presidente da Banca: Paulo Henrique Moura Dian

## **DEDICATÓRIA**

A grande mulher, minha mãe, Maria Lucia. Com toda certeza ela é meu maior exemplo de amor, fé, honestidade, força, garra e determinação. A minha companheira de todas as horas, minha irmã, Luriany. Uma pela outra sempre! DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Gratidão é o sentimento mais sublime que podemos ter. Ser grato nos torna cada vez mais completo e feliz. Sendo assim, meus sinceros agradecimentos:

A Deus e Nossa Senhora Aparecida. Eles me protegem, me iluminam e colocam pessoas especiais ao meu lado, sem as quais certamente não teria conseguido.

Ao meu orientador Paulo Henrique Moura Dian, pela paciência e empenho em me ajudar. Por todas as explicações, por me incentivar e sempre acreditar em mim. Muito obrigada.

Aos professores, membros da banca de defesa, pelo aceite do convite da composição da banca. Tenho certeza que o profundo conhecimento de cada membro será fundamental para a melhoria do trabalho.

Agradeço aos professores do Programa de Mestrado Profissional em Produção Animal, o qual com muito carinho e paciência dividiram seus conhecimentos, a Thais e aos funcionários desta instituição, que sempre foram maravilhosos comigo.

Em especial a empresa onde eu trabalho há quase 10 anos – Neovia Nutrição e Saúde Animal - ADM, que me permitiu desenvolver esse trabalho, e tem um papel fundamental no meu crescimento e desenvolvimento pessoal e profissional.

Agradeço aos meus colegas de trabalho e gestores diretos (Soraia e Jonas), com toda certeza, vocês foram fundamentais para o meu crescimento, e eu serei eternamente grata por todas as oportunidades que me deram e por acreditarem e apostarem em mim.

À equipe do Laboratório de Ciência da Carne (USP/FMVZ) e a empresa Designer Genes Technologies Brasil (DGT), pela parceria nas análises, mensurações e coletas de amostras e dados.

Agradeço a minha amiga Barbara, você está ao meu lado em todos os momentos e esteve ali, principalmente nos momentos mais difíceis da minha vida. Me incentivando sempre, me ajudando, me levantando muitas vezes em que eu caía, e colaborando diretamente para o meu crescimento. Muito obrigada, minha amiga!

Um agradecimento ESPECIAL a minha amiga Bruna Corinta Trinta (*in memoriam*). Iniciamos juntas esse objetivo, e você esteve ao meu lado minha amiga, foi o seu

abraço que me segurou quando, durante as aulas do mestrado, eu tive uma notícia extremamente difícil. Muito obrigada por ter me ensinado tanto, sem nem imaginar. Eu sinto muito a sua falta!

E finalmente, aos grandes amores da minha vida, meus pais Maria Lucia e Daltayr e minha irmã Luriany. Só nós sabemos as dificuldades que sempre enfrentamos, mas que só fizeram a nossa união e amor crescerem ainda mais. A vocês eu serei eternamente grata por TUDO. É inexplicável o amor que sinto e recebo de vocês.

Minha irmã Luriany, que embora pequena, é gigante; gigante na força de vontade, na garra, no conhecimento. Obrigada por sempre acreditar em mim, por me incentivar a continuar e a melhorar sempre. Você é o meu orgulho!

Ao meu esposo Diego, que sempre esteve ao meu lado, me fazendo acreditar que posso mais do que imagino. Obrigada pelo seu companheirismo, amizade, paciência, compreensão, apoio, alegria e amor.

***Ninguém vence sozinho...***

OBRIGADA A TODOS!

## RESUMO

O experimento teve como objetivo avaliar o efeito de premixs contendo diferentes fontes e níveis de oligoelementos e vitaminas na deposição de gordura intramuscular e qualidade de carne em novilhas mestiças Angus x Nelore. Foram utilizadas 42 fêmeas com peso aproximado de 358kg e idade média de 13 a 26 meses, divididas em três grupos experimentais de 14 animais cada: Tratamento A (Controle) – nível padrão de vitamina A, D e E; sem vitaminas no complexo B e C; selênio e zinco em formas inorgânicas; Tratamento B - sem vitamina A, vitamina D em nível reduzido e vitamina E em nível maior; sem vitaminas no complexo B e C; zinco (mesmo nível do tratamento A) e selênio em nível reduzido, em formas orgânicas e Tratamento C - sem vitamina A, vitamina D em nível reduzido e vitamina E em nível maior, com vitaminas no complexo B e C; selênio e zinco (nível do tratamento B) em formas orgânicas. Os animais foram pesados quinzenalmente e o consumo foi monitorado diariamente por baia. Uma medição ultrassonográfica foi realizada no início e no final do experimento. Foram realizadas análises de qualidade de carne após o abate. No geral, os resultados de ganho de peso foram semelhantes entre os 3 grupos experimentais. O marmoreio delta médio foi numericamente maior para tratamento C em comparação com os demais. O maior valor de b\* foi observado para o tratamento C, significativamente não diferente do A, porém tendendo a ser diferente do B. O tratamento C apresentou o maior número de carcaças classificadas como nos maiores graus (Tratamento A: 38%, Tratamento B: 31%, Tratamento C: 58%). Para animais com baixos níveis iniciais de marmoreio medidos por ultrassom (< 3,35), o Tratamento C tendeu a fornecer uma pontuação média mais alta do USDA no final em comparação com o Tratamento A (+1,4 pontos), assim como o Tratamento C tendeu a ter maior teor de gordura total no olho da costela. O custo da fórmula foi o maior para o tratamento C e o menor para o tratamento A. No entanto, considerando um programa especial de classificação de carcaça para a raça Angus (Programa Gold Brasileiro) e o pagamento extra deste programa (10% de bônus), o Tratamento C proporcionou o maior número de carcaças que poderiam ser classificadas e receber uma receita extra.

**Palavras-chave:** Nutrição. Marmoreio. Cruzamento Industrial.

## ABSTRACT

The experiment aimed to evaluate the effect of premixes containing different sources and levels of trace elements and vitamins on intramuscular fat deposition and meat quality in crossbred Angus x Nelore heifers. Forty-two females weighing approximately 358 kg and aged 13 to 26 months were divided into three experimental groups of 14 animals each: Treatment A (Control) – standard level of vitamins A, D and E; without vitamins in the B and C complex; selenium and zinc in inorganic forms; Treatment B - without vitamin A, vitamin D at a reduced level and vitamin E at a higher level; without vitamins in the B and C complex; zinc (same level as treatment A) and selenium at a reduced level, in organic forms; and Treatment C - without vitamin A, vitamin D at a reduced level and vitamin E at a higher level, with vitamins in the B and C complex; selenium and zinc (level of treatment B) in organic forms. The animals were weighed biweekly and consumption was monitored daily by pen. Ultrasound measurements were performed at the beginning and end of the experiment. Meat quality analyses were performed after slaughter. Overall, weight gain results were similar among the 3 experimental groups. Mean delta marbling was numerically higher for treatment C compared to the others. The highest b\* value was observed for treatment C, not significantly different from A, but tending to be different from B. Treatment C had the highest number of carcasses classified as having the highest grades (Treatment A: 38%, Treatment B: 31%, Treatment C: 58%). For animals with low initial levels of marbling measured by ultrasound (<3.35), Treatment C tended to provide a higher mean USDA score at the end compared to Treatment A (+1.4 points), and Treatment C tended to have higher total fat content in the rib eye. The cost of the formula was the highest for treatment C and the lowest for treatment A. However, considering a special carcass grading program for the Angus breed (Brazilian Gold Program) and the extra payment of this program (10% bonus), Treatment C provided the highest number of carcasses that could be graded and receive extra revenue.

**Keywords:** Nutrition. Marbling. Industrial Crossbreeding.

## **DIVULGAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO**

No estudo, os resultados de crescimento entre os três grupos experimentais foram semelhantes. Tratamento A (Controle) – nível padrão de vitamina A, D e E; sem vitaminas no complexo B e C; selênio e zinco em formas inorgânicas; Tratamento B - sem vitamina A, vitamina D em nível reduzido e vitamina E em nível maior; sem vitaminas no complexo B e C; zinco (mesmo nível do tratamento A) e selênio em nível reduzido, em formas orgânicas e Tratamento C - sem vitamina A, vitamina D em nível reduzido e vitamina E em nível maior, com vitaminas no complexo B e C; selênio e zinco (nível do tratamento B) em formas orgânicas. Não houve variação importante no GMD entre os grupos, com valores próximos de 1,5 kg/dia, no peso corporal ou eficiência de conversão alimentar entre os grupos. A qualidade da carne também foi avaliada, e as medições de ultrassom mostraram diferenças iniciais no tamanho da área do olho de lombo (REA), com o grupo C apresentando uma área maior. No entanto, essas diferenças não foram observadas ao final do experimento. O grupo C teve um aumento no grau de marmoreio, assim também apresentou o maior número de carcaças classificadas nos graus mais altos de marmoreio, de acordo com uma escala padrão - USDA. O grupo C mostrou maiores níveis de gordura no olho de lombo em comparação com os outros tratamentos. No geral, o Tratamento C teve impacto positivo na qualidade da carne, especialmente na deposição de gordura intramuscular.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Selo do programa Carne Angus Certificada.....	20
Figura 2 – Porcentagem de cada ração fornecida às novilhas a 2,7% do peso corporal (valores em matéria seca) .....	34
Figura 3 – Avaliação da carcaça por ultrassom.....	35
Figura 4 – Imagem de ultrassom coletada e interpretada.....	36
Figura 5 – Mensuração de área de olho de lombo (AOL).....	37
Figura 6 - Local de avaliação da espessura de gordura na carcaça de bovinos.	38
Figura 7 - Padrões de marmoreio (classificação USDA).....	39
Figura 8 – Análise de cor.....	40
Figura 9 – Amostras assadas para a análise de perdas totais por cocção e maciez objetiva.....	41
Figura 10 - Texturômetro com lâmina Warner Bratzler para avaliação da maciez	41
Figura 11 - Evolução do peso corporal de acordo com o tratamento (média ± DP).....	48
Figura 12 - GMD em função do período e do tratamento alimentar (média ± DP).....	50
Figura 13 - Peso de abate (média ± SEM).....	51
Figura 14 – Medida de gordura subcutânea.....	54
Figura 15 - Repartição (%) das pontuações das classes globais de marmoreio em cada tratamento de acordo com a classificação do USDA.....	55
Figura 16 - Efeito do tratamento alimentar na nota média do USDA (dados brutos).....	56
Figura 17 - Análise de pH.....	58
Figura 18 - Análise de cor.....	59
Figura 19 - Análise de perdas totais por cocção.....	60
Figura 20 - Análise de força de cisalhamento ou maciez objetiva.....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Peso corporal médio por baía/ tratamento.....	31
Tabela 2 – Descrição dos tratamentos.....	32
Tabela 3 – Descrição do grau USDA.....	39
Tabela 4 – Modelos utilizados.....	42
Tabela 5 - Análises químicas da ração.....	45
Tabela 6 - Análises químicas das forragens (feno e silagem de milho).....	47
Tabela 7 - Médias estimadas pelo modelo ANOVA para Peso Corporal (kg).....	48
Tabela 8 - Médias estimadas pelo modelo ANOVA para Ganho Médio Diário (GMD, kg/d).....	49
Tabela 9 - Consumo de ração (kg MS/animal/d) e eficiência alimentar por tratamento e por período.....	52
Tabela 10 - Medidas de ultrassom.....	53
Tabela 11 - Resultados de área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea por tratamento medidos na carcaça.....	54
Tabela 12 - Pontuações médias do USDA por tratamento estimadas pelo modelo Anova.....	57
Tabela 13 - Resultados de pH e cor por tratamento.....	58
Tabela 14 - Dados de Perdas Totais por Cozimento (PPC%) por tratamento.....	60
Tabela 15 - Dados de força de cisalhamento (FC).....	62
Tabela 16 - Médias estimadas pelo modelo Anova para análise de carne por tratamento.....	64
Tabela 17 - Análise econômica básica.....	65

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>18</b>
3.1 CRUZAMENTO ANGUS X NELORE.....	18
3.2 PROGRAMA DE QUALIDADE DA CARNE ANGUS .....	19
3.3 NUTRIÇÃO/ ALIMENTAÇÃO .....	21
3.3.1 Efeitos específicos de nutrientes e formulações de premixes .....	22
3.3.2 Nutrição de precisão e estratégias genéticas .....	23
3.4 AVALIAÇÕES PARA A QUALIDADE DA CARNE .....	23
3.4.1 Análises químicas .....	24
3.4.2 Análises físicas .....	26
3.4.3 Análises visuais .....	27
3.4.4 Análise da propriedade da carne.....	29
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>30</b>
4.1 ANIMAIS E ALOJAMENTO .....	31
4.2 TRATAMENTOS .....	31
4.3 MANEJO ALIMENTAR .....	33
4.4 PESAGEM DOS ANIMAIS E MEDIDAS DE DESEMPENHO .....	35
4.5 CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA.....	35
4.6 QUALIDADE DE CARCAÇA E CARNE .....	36
4.6.1 Mensurações na carcaça .....	36
4.6.2 Mensurações na carne .....	38
4.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	42
4.8 CONFORMIDADE DE DADOS .....	43
4.8.1 Conformidade dos alimentos .....	43
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>47</b>
5.1 PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS .....	47
5.1.1 Peso corporal.....	47
5.1.2 Ganho médio diário .....	49
5.1.3 Peso de abate .....	50
5.1.4 Consumo de matéria seca e eficiência alimentar.....	51
5.2 ANÁLISE DE ÁREA DE OLHO DE LOMBO (AOL) E DE GORDURA INTRAMUSCULAR (GIM) POR ULTRASSOM.....	52
5.3. MENSURAÇÕES NA CARCAÇA .....	53
5.3.1. Área de olho de lombo e espessura gordura subcutânea .....	53
5.3.2. Escore de gordura subcutânea .....	54
5.3.3. Escore de marmoreio .....	55
5.3.4. Cor e pH da carne .....	58
5.3.5. Perdas totais por cocção (PPC).....	59
5.3.6. Força de cisalhamento (FC).....	60

5.3.7. Análise centesimal .....	63
5.4 ANALISE ECONÔMICA .....	65
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO 1 – Aprovação CEUA .....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO 2 – Tech Sal 65.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO 3 – Ingestão diária de vitaminas e oligoelementos na dieta.....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO 4– Programa GOLD Angus .....</b>	<b>76</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os consumidores de carne bovina têm demonstrado uma crescente preferência por produtos com características organolépticas distintas, especialmente em relação à maciez e suculência, dentro desse contexto, programas de qualidade da carne que incluem o marmoreio como parâmetro adicional vêm crescendo com a demanda por carnes gourmet no Brasil (FEIJÓ et al., 2000).

Nesses programas, um bônus é oferecido à carcaça de animais jovens (máximo de 2 dentes) atingindo uma gordura intramuscular desejável, que é alcançada somente com a nutrição adequada para o animal com potencial genético (atendimento aos requisitos de crescimento e deposição de gordura). Esse aumento na valorização da qualidade da carne tem impactado diretamente a produção animal, levando os pecuaristas a investirem em genética e nutrição para a melhora da gordura intramuscular.

A gordura intramuscular, ou marmoreio, é normalmente depositada após a gordura subcutânea. Estudos indicam que a combinação de vitaminas e minerais adequados além de atender as necessidades básicas dos animais, pode acelerar a deposição de gordura intramuscular e, conseqüentemente, aumentar a suculência e a maciez da carne, atendendo às preferências do consumidor (MACLEOD et al., 2015).

No contexto nutricional, microminerais (como zinco e selênio) e vitaminas (como as do complexo B, vitamina C e E) têm mostrado efeitos significativos sobre a deposição de gordura intramuscular.

Neste sentido, Huff-Lonergan & Lonergan, (2005) comentam que a suplementação de zinco, selênio e algumas vitaminas do complexo B tem mostrado efeitos benéficos na modulação do metabolismo lipídico, favorecendo a deposição de lipídios dentro dos músculos em vez de áreas externas, como a gordura subcutânea. Tais práticas nutricionais, combinadas a estratégias genéticas, permitem a produção de carne de maior qualidade, com marmoreio superior, atendendo à crescente demanda por cortes mais macios e saborosos.

Além disso, a nutrição de precisão, que envolve fornecer ao animal os nutrientes exatos para otimizar a deposição de gordura intramuscular sem comprometer a saúde geral do animal ou a eficiência de produção, tem se mostrado uma estratégia eficaz (SANTOS et al., 2020).

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de um premix com fórmula específica quanto aos microminerais e vitaminas sobre a deposição de gordura intramuscular em novilhas Angus x Nelore, cruzamento reconhecido pelo alto potencial genético de deposição de gordura.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de um premix com fórmula específica para microminerais (zinco e selênio) e vitaminas (complexo B, C e E) sobre a qualidade da carne e deposição de gordura intramuscular em novilhas Angus x Nelore.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar:

- pH ;
- Área de olho de lombo (AOL);
- Espessura de gordura subcutânea (EGS);
- Pontuação de marmoreio (grau USDA);
- Cor;
- Análise de composição de carne;
- Perdas totais por cozimento e força de cisalhamento;
- Análise econômica.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 CRUZAMENTO ANGUS X NELORE

A pecuária de corte é um dos setores mais lucrativos do agronegócio brasileiro, sendo responsável por significativa parcela do Valor Bruto da Produção (VBP) da agropecuária. Em 2023, esse setor alcançou R\$ 183,31 bilhões, representando o segundo maior VBP (CNA, 2023). A pecuária é fundamental para a economia nacional, com destaque para as exportações e a contribuição do setor para o PIB do agronegócio. Ela está presente em todos os estados do Brasil, com diferentes sistemas de produção, sendo os sistemas extensivos os mais comuns. No Centro-Oeste e Sudeste, predominam rebanhos de gado zebuino, enquanto no Sul, destacam-se as raças taurinas, especialmente as de origem britânica (PEIXOTO, 2010).

O cruzamento entre as raças Nelore e Angus, vem se destacando como forma de intensificar a produção de carne em menor tempo, diminuindo o ciclo de produção com maior aproveitamento da carcaça e mais qualidade, sendo benéfica aos frigoríficos e, também, ao consumidor final que exige cada vez mais carnes de boa qualidade.

De acordo com o Centro de Referência da Pecuária Brasileira – Zebu (ABCZ), cerca de 80% da população de bovinos no Brasil possui traços zebuinos em sua genética. Esses animais são uma parte essencial da pecuária nacional, sendo amplamente utilizados no país devido à sua resistência e adaptabilidade (CNA, 2023; ABCZ, 2023).

Os animais da raça Nelore são reconhecidos pela sua produção de carne de alta qualidade. Eles apresentam boa conformação com cabeça leve e pequena, ossatura fina e excelente desenvolvimento de carcaça, o que contribui para a eficiência e o valor da carne produzida (ACBN, 2024).

A cobertura de gordura é considerada homogênea, especialmente em animais de terminação precoce. Além disso, a carne de gado Nelore é reconhecida por ter baixo teor de gordura de marmoreio (ACBN, 2024; ABCZ, 2023).

Os animais da raça Angus possuem um biotipo bem definido, a cabeça desses animais tem proporções médias, assim como as orelhas, que são ligeiramente eretas e cobertas por pelos densos. A musculatura é bem pronunciada, especialmente nas áreas dos quartos e paletas, com pouco excesso de pele ou gordura. Os membros

apresentam também uma musculatura bem desenvolvida, características que contribuem para o bom desempenho da raça na produção de carne (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANGUS, 2017).

São conhecidos por sua rusticidade, precocidade sexual, bom crescimento e acabamento, características que os tornam altamente eficientes para a produção de carne. A carne produzida é reconhecida por seu marmoreio e por uma cobertura de gordura uniforme (3 a 6 mm), conferindo sabor característico e excelente maciez. Esses atributos são amplamente valorizados no mercado, tornando a raça Angus uma das mais procuradas na pecuária brasileira e internacional (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANGUS, 2023; ABCZ, 2023).

O cruzamento de animais da raça Nelore com a raça britânica Angus tem se destacado na pecuária brasileira por produzir animais com precocidade sexual, boa habilidade materna, alta fertilidade e menor tamanho das vacas quando adultas, fatores que contribuem para uma melhor eficiência reprodutiva do rebanho (FREITAS, 2018; LAZIA, 2017). Nesse cruzamento, aproveitam-se as características de adaptabilidade, resistência e fertilidade das vacas Nelore, junto aos atributos de ganho de peso, precocidade sexual e acabamento dos touros Angus. Essa combinação resulta em uma progênie que maximiza a eficiência na atividade de corte, com a complementação das qualidades positivas de cada uma das raças (CNA, 2023; ABCZ, 2023).

### 3.2 PROGRAMA DE QUALIDADE DA CARNE ANGUS

A certificação de um produto assegura qualidades previamente estabelecidas, conferindo confiabilidade e padronização à cadeia produtiva. Por conta disso, frigoríficos têm aderido a programas de certificação, como o Carne Angus Certificada, que desde 2003 é promovido pela Associação Brasileira de Angus (ABA) em parceria com frigoríficos. Esse programa visa produzir carne de alta qualidade, incentivar o cruzamento com a raça Angus e bonificar os produtores que atendem aos critérios estabelecidos, contribuindo para maior controle nas etapas de produção (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANGUS, 2018).

O processo de certificação é rigorosamente supervisionado por técnicos do programa, que inspecionam os animais no curral e após o abate. Apenas carcaças aprovadas recebem o carimbo de certificação com a letra “a”. Após a classificação, o processo de desossa, embalagem e expedição desses produtos são feitos separados das demais carcaças para garantir a rastreabilidade e a padronização, recebendo o

selo (Figura 1) de qualidade da Associação Brasileira de Angus (FLORES, 2016; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANGUS, 2018).

Figura 1 : Selo do programa Carne Angus Certificada



Fonte: Associação Brasileira de Angus (2018)

O programa Carne Angus Certificada é reconhecido por seus critérios rigorosos, que asseguram a padronização e a qualidade da carne oferecida ao mercado. As especificações incluem (PROGRAMA CARNE ANGUS CERTIFICADA, 2018):

#### **Padrão racial**

- Animais das raças Angus e Red Angus;
- Cruzamentos com raças zebuínas ou sintéticas, com pelo menos 50% de sangue Angus;
- Cruzamentos com raças europeias de corte, também com no mínimo 50% de sangue Angus;
- São aceitos animais mochos ou com rudimentos córneos móveis, mas não aqueles com características leiteiras, como cruzas com Holandês ou Jersey.

#### **Idade e sexo**

- Machos castrados e fêmeas com até dois dentes permanentes;
- Machos inteiros apenas com dentes de leite.

#### **Acabamento de carcaça**

- Cobertura de gordura mínima de 3 mm;
- Carcaças com acabamento superior recebem valorização adicional conforme a política do frigorífico parceiro.

Para participar do programa Carne Angus Certificada, o produtor precisa aderir ao Protocolo Angus, preenchendo e enviando à Associação Brasileira de Angus (ABA) o termo de adesão exigido. As bonificações oferecidas aos produtores podem variar com base no tipo de animal, na localização do estado e nas condições específicas de cada frigorífico participante (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANGUS, 2018).

O programa possui reconhecimento internacional e abrange dez estados brasileiros: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Pará, Rondônia e Acre. Está incluso em importantes redes de varejo e frigoríficos como Marfrig, Frigorífico Silva, VPJ, Cotripal, Aliança, Verdi, São João, Frigol e JBS (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANGUS, 2018b). Além disso, a expansão do programa fortalece a competitividade da carne Angus no mercado interno e externo, promovendo práticas sustentáveis e a padronização de qualidade (OLIVEIRA et al., 2019).

### 3.3 NUTRIÇÃO/ ALIMENTAÇÃO

Existem diversos sistemas de alimentação utilizados na bovinocultura de corte, em função da diversidade climática e da abundância de forragens, concentrados e resíduos agroindustriais no Brasil. Nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Norte, a terminação de bovinos é predominantemente realizada em pastagens tropicais, com o confinamento se destacando, especialmente no Sudeste (ANUALPEC, 2006). O uso de suplementos contendo vitaminas, minerais e aditivos na alimentação dos bovinos é comum com o objetivo de melhorar o desempenho e a qualidade da carne (ABIEC, 2023; ABCZ, 2023).

Feijó et al. (2001) afirmam que a manutenção de bons níveis alimentares ao longo de toda a fase de recria dos bovinos, aliada à nutrição de qualidade durante a engorda, resulta em carcaças de melhor qualidade. Dessa forma, a manipulação da qualidade nutricional e sensorial da carne por meio da nutrição animal tem ganhado importância nos últimos anos.

### 3.3.1 Efeitos específicos de nutrientes e formulações de premixes

Estudos recentes têm investigado o efeito de diferentes premixes nutricionais na deposição de gordura intramuscular. A utilização de um premix com uma combinação específica de microminerais e vitaminas pode acelerar esse processo de forma eficiente. No entanto, a remoção de certos componentes, como as vitaminas do complexo B, pode resultar em diminuição nos custos, e ao mesmo tempo, possibilitar a avaliação do impacto específico desses nutrientes na qualidade da carne.

Estratégias nutricionais, como a suplementação alimentar com adição de lipídios e compostos vitamínicos na dieta, têm impacto positivo na composição de ácidos graxos e no acabamento da carcaça, o que pode atender a nichos de mercado focados em carne com maior marmoreio e qualidade sensorial (FEIJÓ et al., 2000).

Embora as vitaminas e minerais não sejam fontes diretas de energia, eles são essenciais para as reações metabólicas envolvidas na síntese de lipídios e na regulação da deposição de gordura. As vitaminas do complexo B (como B1, B2, B6 e B12) são essenciais para o metabolismo de carboidratos e lipídios. Elas estão envolvidas em processos de lipogênese e no controle da taxa de oxidação de gorduras no organismo (NRC, 2000).

A vitamina C (ácido ascórbico) desempenha um papel essencial na síntese de colágeno e pode influenciar a saúde do tecido adiposo. A deficiência dessa vitamina pode afetar a integridade das células do tecido adiposo, prejudicando a deposição de gordura. Estudos sugerem que a vitamina C tem um efeito antioxidante, ajudando a mitigar o estresse oxidativo relacionado ao metabolismo lipídico (HUANG et al., 2015).

A vitamina E, conhecida por suas propriedades antioxidantes, ajuda a proteger as células contra danos causados por radicais livres. Essa vitamina tem sido associada à modulação da lipogênese e à preservação das células do tecido adiposo, prevenindo a deposição excessiva de gordura. Ela pode atuar regulando a ação de enzimas lipogênicas e reduzindo a formação de gordura visceral (MCDONALD et al., 2013).

Minerais como cálcio, fósforo, magnésio e zinco também são importantes para o metabolismo energético e o armazenamento de gordura. O zinco, por exemplo, desempenha um papel importante na regulação da lipogênese e pode influenciar a deposição de gordura, assim como o selênio (NRC, 2000).

Como parte de enzimas antioxidantes, o selênio também ajuda a proteger os lipídios das células adiposas contra o estresse oxidativo. Estudos indicam que a

deficiência de selênio pode prejudicar a eficiência metabólica, levando a uma maior deposição de gordura visceral. Além disso, o selênio pode influenciar a lipogênese e a lipólise, promovendo um melhor equilíbrio na deposição de gordura corporal (ZHANG et al., 2014).

### **3.3.2 Nutrição de precisão e estratégias genéticas**

A nutrição de precisão, que envolve o fornecimento de nutrientes exatos para otimizar a deposição de gordura intramuscular, sem comprometer a saúde geral do animal ou a eficiência de produção, tem se mostrado uma estratégia cada vez mais eficaz na pecuária moderna (SANTOS et al., 2020). Através do uso de premixes com fórmulas específicas de vitaminas e minerais, os pecuaristas podem direcionar a alimentação dos animais, de forma a maximizar a qualidade da carne produzida.

Neste contexto insere-se também o uso de estratégias genéticas, como a seleção de raças com a finalidade de identificar o maior potencial genético para a deposição de gordura intramuscular, característica bastante desejada, e para isso tem sido combinado com práticas nutricionais para melhorar ainda mais a qualidade da carne (MOLETTA et al., 2014).

O cruzamento das raças Angus x Nelore, por exemplo, é reconhecido pelo maior potencial genético de deposição de gordura intramuscular em comparação ao cruzamento de Nelore com raças europeias continentais, como o Charolês (CARVALHO, 2013).

O melhoramento genético combinado à nutrição adequada tem permitido a produção de carne com maior marmoreio, atendendo à crescente demanda por cortes mais macios e saborosos.

## **3.4 AVALIAÇÕES PARA A QUALIDADE DA CARNE**

A busca por carne bovina de alta qualidade, com características organolépticas superiores, tem se intensificado nos últimos anos, com ênfase particular na maciez e suculência dos cortes. Esses atributos são amplamente influenciados pela presença de gordura intramuscular, também conhecida como marmoreio, que tem sido associada à qualidade sensorial da carne, particularmente em relação ao sabor, textura e suculência (PEREIRA, 2002). Este interesse crescente por cortes de carne mais suculentos e macios tem levado pecuaristas a investir em estratégias de

melhoramento genético e nutrição animal, com foco na otimização da deposição de gordura intramuscular.

A avaliação da qualidade da carne bovina envolve diversos métodos, tanto objetivos quanto subjetivos, para medir atributos como maciez, suculência, sabor e marmoreio. A qualidade da carne é muitas vezes associada ao grau de marmoreio, que pode ser medido por métodos ultrassonográficos e através de análises laboratoriais do olho de costela, onde a gordura intramuscular é visualizada e quantificada.

Uma das formas mais comuns de avaliação da qualidade da carne é através da escala de marmoreio do USDA (*United States Department of Agriculture*) que classifica a carne de acordo com a quantidade e distribuição de gordura intramuscular presente na carne bovina, especialmente nas áreas de olho de costela e lombo (USDA, 2018).

A avaliação ultrassonográfica do marmoreio também é amplamente utilizada, permitindo uma estimativa não invasiva da quantidade de gordura intramuscular (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005).

Além disso, análises laboratoriais, como a medição do teor de gordura, proteína bruta e umidade em seções de músculo, como o olho de lombo ou o olho de costela, são comumente utilizadas para determinar a composição nutricional da carne (SANTOS et al., 2020). Essas análises ajudam a quantificar as concentrações de gordura e proteína, fornecendo dados precisos sobre a qualidade da carne em termos nutricionais.

### **3.4.1 Análises químicas**

#### **3.4.1.1 Gordura Intramuscular**

A quantidade de gordura intramuscular (GIM) ou gordura entremeada é um componente essencial na avaliação do marmoreio da carne e está intimamente relacionada com as características sensoriais, possíveis de serem percebidas e apreciadas pelo consumidor (COSTA et al., 2002).

De acordo com Pereira (2006), estratégias que favorecem o aumento do marmoreio sem o incremento de outros depósitos de gordura podem ser extremamente vantajosas. Isso ocorre porque o marmoreio está diretamente relacionado à suculência e palatabilidade da carne, além de influenciar significativamente a maciez do produto final, tornando-o mais atraente para os

consumidores. Essa abordagem é respaldada por diversas pesquisas sobre o impacto da gordura intramuscular na qualidade sensorial da carne (FEIJÓ et al., 2001).

Normalmente, é analisada pela quantificação de gordura na composição centesimal ou por métodos visuais e de imagem digital.

#### **3.4.1.2 Composição Centesimal da Carne (Umidade, Proteína, Gordura e Cinzas)**

A composição centesimal detalha a quantidade de umidade, proteína, gordura e minerais (cinzas) na carne. Ela fornece uma visão completa do valor nutricional e é essencial para o controle de qualidade do produto.

Esses componentes são fundamentais, pois afetam diretamente as propriedades sensoriais da carne, como sabor, suculência e maciez, que são os principais fatores de aceitação pelos consumidores (MOLETTA ET AL., 2014; PEREIRA, 2006).

A umidade está diretamente relacionada à capacidade de retenção de água da carne, o que impacta na suculência do produto. A retenção de água é um indicador importante da qualidade, pois carnes com maior conteúdo de água tendem a ser mais macias e suculentas (BESSA et al., 2008). A análise da gordura está relacionada à maciez e ao sabor da carne, pois a gordura exerce papel importante na distribuição dos sucos durante a cocção, melhorando a experiência sensorial (PEREIRA, 2006).

A proteína é outro componente crucial na avaliação nutricional da carne, sendo responsável por sua capacidade de fornecer aminoácidos essenciais. A proteína muscular também está relacionada à maciez, uma vez que a estrutura proteica influencia a textura do tecido muscular (FEIJÓ et al., 2001). As cinzas, que representam os minerais presentes na carne, são importantes para determinar a concentração de elementos como ferro, zinco e fósforo, os quais possuem funções biológicas essenciais e contribuem para o valor nutricional (SILVA et al., 2009).

A utilização dessas análises não é apenas importante para a classificação da carne, mas também para monitorar os processos produtivos e garantir a consistência do produto final. As técnicas analíticas empregadas para quantificar esses componentes incluem espectroscopia, cromatografia e métodos gravimétricos, que permitem uma avaliação precisa da composição da carne e asseguram que os produtos atendam às normas de qualidade e segurança alimentar (OLIVEIRA, 2006; MOLETTA ET AL., 2014).

### 3.4.2 Análises físicas

#### 3.4.2.1 Área do olho do lombo (AOL)

A medição da AOL é realizada comumente por ultrassonografia, técnica que permite a obtenção de dados rápidos e não invasivos (SANTOS et al., 2014).

É uma medida visual e morfológica da musculatura, geralmente realizada em cortes específicos da carcaça (entre as vértebras torácicas). É uma medida utilizada para avaliar o desenvolvimento muscular da carcaça, especificamente na área do músculo *Longissimus dorsi* (contrafilé) em cm<sup>2</sup>. Essa análise é expressa em cm<sup>2</sup> e reflete a composição muscular e o rendimento cárneo.

Este parâmetro é um indicador indireto de rendimento e de proporção de carne em relação à gordura.

De acordo com Brito et al. (2010), a AOL reflete o desenvolvimento muscular, e, portanto, está correlacionada com a capacidade de ganho de peso e o desempenho do animal. É essencial para o controle da qualidade da carne, pois animais com maior área de olho do lombo tendem a apresentar melhor proporção de carne magra em relação à gordura (SANTOS et al., 2014).

Além disso, a AOL também é importante para a segmentação de mercado, especialmente em cortes específicos. Gomes et al. (2005) ressaltam que a AOL, associada a outros parâmetros de qualidade da carne, como o marmoreio, permite a classificação de animais para diferentes tipos de cortes, atendendo às exigências do mercado consumidor. O aumento da AOL também está relacionado à eficiência reprodutiva e ao maior aproveitamento dos recursos alimentares, contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas de produção (MENEZES et al., 2013).

#### 3.4.2.2 Espessura e escore da gordura subcutânea

A espessura da gordura subcutânea é medida diretamente sobre o músculo, enquanto o escore de gordura subcutânea é uma avaliação visual que estima a quantidade e a uniformidade da gordura sob a pele do animal. Esses parâmetros têm um impacto significativo na proteção dos músculos durante o processo de resfriamento da carne, além de influenciar a aparência visual e a aceitação do corte pelos consumidores. Uma camada de gordura bem distribuída contribui para maior suculência e maciez, além de evitar o escurecimento da carne, um fator que pode comprometer sua qualidade sensorial e valor comercial (TATUM et al., 1982).

A espessura da gordura subcutânea é um indicador importante da capacidade do animal de acumular gordura, sendo associada ao ponto de acabamento ideal para o abate. A medição dessa espessura, frequentemente realizada por ultrassonografia, é essencial para otimizar o manejo nutricional e genético, permitindo ajustar a alimentação de modo a alcançar o equilíbrio entre a carne magra e a gordura. De acordo com a pesquisa de McNeill et al. (2020), quando a espessura de gordura subcutânea é controlada adequadamente, ela tem um impacto direto na qualidade sensorial da carne, pois está relacionada ao aumento do marmoreio, que contribui para a maciez e o sabor da carne. Além disso, estudos de Silva et al. (2021) reforçam que a distribuição da gordura subcutânea é um dos fatores-chave na definição das características sensoriais da carne, particularmente sua suculência e textura.

O escore de gordura subcutânea é utilizado para avaliar visualmente o grau de acabamento do animal. Em bovinos de corte, o escore de gordura subcutânea influencia diretamente a seleção de animais para o abate, com aqueles apresentando maior escore sendo preferidos em sistemas de produção que buscam maior rendimento de carcaça e qualidade superior de carne.

Gonçalves et al. (2016) afirmam que a espessura e o escore da gordura subcutânea devem ser usados em conjunto com outros indicadores de qualidade, como a Área do Olho do Lombo (AOL) e a composição muscular, para fornecer uma avaliação completa do potencial genético e nutricional dos animais. Esses parâmetros não só orientam o melhor momento de abate, mas também ajudam na definição de programas de melhoramento genético que visam otimizar a eficiência de produção de carne com características desejáveis para o mercado.

### **3.4.3 Análises visuais**

#### **3.4.3.1 Escore de Marmoreio**

A gordura intramuscular, embora deposta após a gordura subcutânea, é essencial para a qualidade sensorial da carne bovina. Sua formação é influenciada por fatores genéticos, mas a nutrição desempenha um papel crucial na modulação deste processo (STORR et al., 2016; MIR et al., 2019). O escore do marmoreio é a avaliação visual da distribuição e quantidade de gordura intramuscular. Utilizado como indicador visual para atribuir notas de qualidade, é associado diretamente à percepção de suculência e maciez.

O marmoreio da carne, ou a distribuição de gordura intramuscular (GIM), é crucial para as características organolépticas da carne bovina, como sabor, suculência e maciez. Essa gordura é distribuída em finas ramificações dentro do músculo e sua deposição ocorre ao longo do crescimento dos animais, sendo influenciada por fatores genéticos, alimentares e de manejo (STORR et al., 2016; MIR et al., 2019).

No nível fisiológico, o marmoreio está relacionado ao metabolismo de lipídios, incluindo processos de lipogênese e lipólise, com a síntese de ácidos graxos ocorrendo no fígado e no tecido adiposo. Essa síntese depende de nutrientes como glicose e acetato. Os depósitos de GIM são distintos dos depósitos subcutâneos e viscerais, sendo regulados por hormônios como leptina e insulina, com grande influência da genética e do ambiente (THOMPSON et al., 2006; MIR et al., 2019).

Esse marmoreio melhora a qualidade organoléptica, promovendo retenção de umidade e intensificando o sabor, pois a gordura libera lipídios durante o cozimento, criando compostos aromáticos. Especialmente em carnes com ácidos graxos monoinsaturados, o marmoreio intensifica o sabor e a palatabilidade e contribui para a formação dos compostos Maillard, fundamentais para o aroma e a cor (PETHICK et al., 2004).

É frequentemente avaliado tanto por métodos visuais subjetivos quanto por técnicas quantitativas e objetivas, que buscam precisão e repetibilidade (WARRIS, 1998).

A avaliação visual do marmoreio é uma prática amplamente adotada em classificações comerciais e sistemas de qualidade após o abate, e uma das formas mais comuns de avaliação da qualidade da carne é através da escala de marmoreio do USDA (*United States Department of Agriculture*) que classifica a carne de acordo com a quantidade e distribuição de gordura intramuscular presente na carne bovina, especialmente nas áreas de olho de costela e lombo (USDA, 2018).

A avaliação ultrassonográfica do marmoreio também é amplamente utilizada, permitindo uma estimativa não invasiva da quantidade de gordura intramuscular (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005).

### **3.4.3.2 Cor**

A cor da carne é avaliada por colorimetria ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), onde o brilho e os tons de vermelho e amarelo são medidos para determinar a frescura e a atratividade visual. A cor também indica a concentração de mioglobina e o estado de oxidação. Diversos fatores biológicos e tecnológicos determinam a cor da carne, sendo que a quantidade

e a forma das proteínas presentes, especialmente a mioglobina, desempenham papéis centrais na definição da tonalidade da carne (BAGGE et al., 2017).

A mioglobina, proteína responsável pelo armazenamento de oxigênio no músculo, é o principal determinante da cor da carne. A variação de cor observada na carne crua está relacionada ao estado de oxidação da mioglobina. A mioglobina desoxigenada apresenta uma coloração roxa (carne de "cor escura"), enquanto a mioglobina oxigenada resulta em uma coloração vermelha brilhante (carne de "cor clara"). Quando a mioglobina reage com o oxigênio, formando o pigmento oximioglobina, a carne apresenta o típico tom vermelho brilhante, que é considerado o mais atrativo para os consumidores (HOUSTON et al., 2020).

Além disso, a degradação da mioglobina durante o processo de maturação da carne e as condições de armazenamento influenciam diretamente a aparência da carne. A oxidação da mioglobina pode resultar na formação de metamioglobina, que apresenta uma cor marrom, sinalizando a deterioração do produto (ROSS, 2018).

A cor da carne pode ser afetada por vários outros fatores, incluindo a raça do animal, a idade, o tipo de alimentação e o manejo pós-abate. Animais de raças específicas podem apresentar diferentes concentrações de mioglobina, o que resulta em variações na intensidade e tonalidade da cor. Além disso, a dieta rica em antioxidantes, como a vitamina E, pode retardar o processo de oxidação da mioglobina, preservando a cor vermelha brilhante por mais tempo (BAGGE et al., 2017).

Outro fator relevante é o pH da carne pós-abate, que influencia a capacidade da mioglobina de se ligar ao oxigênio. Carnes com pH elevado tendem a apresentar coloração mais escura e opaca, enquanto carnes com pH baixo geralmente possuem coloração mais clara e brilhante, característica mais atrativa para os consumidores (LEBERT, 2016).

#### **3.4.4 Análise da propriedade da carne**

##### **3.4.4.1 Força de cisalhamento**

A força de cisalhamento é utilizada para avaliar a maciez da carne, refletindo a resistência da carne ao corte. Uma força maior para o cisalhamento indica maior dureza da carne. Esse atributo está associado à estrutura das fibras musculares e ao colágeno presente no tecido. A maciez depende da quantidade de colágeno, que se dissolve durante o cozimento, facilitando o corte da carne. O tipo de fibra muscular

também influencia a força de cisalhamento, sendo que fibras de músculos de contração rápida, como as de locomoção, são mais resistentes, enquanto fibras de contração lenta tendem a ser mais macias (PATIÑO et al., 2017).

Fatores como idade, raça, alimentação e processo de maturação da carne afetam a força de cisalhamento. Carne de animais mais velhos, com maior quantidade de colágeno, tende a apresentar maior força. A maturação da carne reduz a força de cisalhamento, melhorando a maciez, devido à ação das enzimas proteolíticas (LATTIMER et al., 2020).

Essa medição é realizada por meio do teste Warner-Bratzler, que determina a força necessária para cortar a carne, correlacionando-se bem com a percepção sensorial de maciez (PURSELL et al., 2020). A redução da força de cisalhamento é desejável para cortes mais duros, melhorando a qualidade sensorial da carne.

#### **3.4.4.2 Perdas totais por cocção (PTC)**

Mede a quantidade de líquido (água e gordura) e, eventualmente, de matéria solúvel, que a carne perde durante o processo de cozimento. Esse parâmetro é fundamental para avaliar a capacidade de retenção de água da carne, um fator crucial que influencia diretamente sua suculência, textura e rendimento final, características de grande importância tanto para o consumidor quanto para a indústria de carnes (MONTEIRO et al., 2019).

As perdas totais por cocção (PTC) referem-se à redução do peso da carne durante o cozimento e impactam diretamente sua qualidade sensorial, como suculência e sabor. Essas perdas podem ser divididas em evaporação (perda de água) e exsudação (perda de líquidos celulares). Carne com maior teor de gordura tende a ter menores perdas, enquanto carnes magras, com maior conteúdo de água, sofrem mais perdas durante o cozimento (RIBEIRO et al., 2018).

Fatores como temperatura, tempo de cocção e o método (seco ou úmido) afetam as PTC. A cocção a seco, por exemplo, resulta em maiores perdas devido à evaporação de água. Essas perdas podem deixar a carne mais seca e menos saborosa, comprometendo a aceitação do consumidor (MONTEIRO et al., 2019).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi realizado no Centro de Nutrição de Ruminantes da ADM, localizado na cidade de Descalvado (SP), Brasil. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais, protocolo nº 03 2023, local – Descalvado -SP (Anexo 1).

#### 4.1 ANIMAIS E ALOJAMENTO

Foram utilizadas 42 fêmeas mestiças (Angus x Nelore), com peso médio de 358 kg e idade variando entre 13 e 26 meses. Os animais foram divididos em três grupos experimentais, com 14 indivíduos em cada. Todos foram adquiridos de uma mesma fazenda e chegaram ao Centro de Nutrição no mesmo dia, permanecendo no local por 29 dias até o início do experimento.

Após 7 dias na unidade experimental, as novilhas foram pesadas e alocadas em 6 baias de confinamento, 7 animais por baia, de acordo com o peso corporal. Cada tratamento foi representado por 2 baias. As Tabela 1 descreve o peso corporal médio dos grupos.

Tabela 1 – Peso corporal médio por baia/ tratamento

<b>Baia</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>Média por tratamento</b>		
<b>Tratamento</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso corporal (kg)	359,0	358,9	359,0	358,6	359,0	358,6	358,8	358,9	358,8
Desvio padrão	29,8	26,7	31,8	27,9	27,6	26,9	28,9	27,1	29,4
Máximo	418,7	412,3	422,6	414,4	414,1	412,3	416,6	413,2	417,7
Mínimo	299,3	305,4	295,4	302,7	303,9	304,8	301,0	304,7	299,9

Fonte: Autoria própria.

O período experimental total foi de 134 dias: 28 dias de adaptação e 106 dias de teste.

O tamanho das baias era de 160m<sup>2</sup>, para no máximo 10 animais adultos. Este estudo forneceu 22,8m<sup>2</sup> por animal. O alimentador era em modelo “J” coberto com 8m de comprimento, disponibilizando 1,1 m por animal. O bebedouro fornecia água para dois currais e tinha 200 litros de capacidade.

#### 4.2 TRATAMENTOS

Neste trabalho foram avaliados três tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos

Tratamento	% da dieta total em MS			Premix (na ração concentrada)		
	Concentrado	Silagem	Feno	Nome	Inclusão	Detalhes**
<b>A</b>	85%	10%	5%	Premix A	4%	Premix comercial
<b>B</b>	85%	10%	5%	Premix B	4%	Substituição de selênio, zinco e manganês por formas orgânicas, ligeira diminuição do teor total de selênio, aumento de vitamina E, teor restrito de vitamina D, não contém vitamina A.
<b>C</b>	85%	10%	5%	Núcleo C	4%	Substituição de selênio, zinco e manganês por formas orgânicas, ligeira diminuição no teor total de selênio, aumento de vitamina E, B1, B3, B6 e C; teor restrito de vitamina A e D.

	Premix A	Premix B	Premix C
Selênio(mg/Kg)	28,2 (inorgânico)	26 (orgânico)	26 (orgânico)
Zinco (mg/Kg)	3848 (inorgânico)	3840 (orgânico)	3840 (orgânico)
Manganês (mg/Kg)	2000 (inorgânico)	2000 (orgânico)	2000 (orgânico)
Vitamina E (mg/Kg)	210	955	955
Vitamina B1 - Tiamina (mg/Kg)	-	-	439
Vitamina B3 – Niacina PP (mg/Kg)	-	-	7855
Vitamina B6 – Piridoxina (mg/Kg)	-	-	117
Vitamina C (mg/Kg)	-	-	5870
Vitamina A (UI/g)	150	-	-
Vitamina D (UI/g)	25	15	15

Fonte: Autoria própria.

\* A taxa de incorporação do premix foi ajustada para uma ingestão média de 350g de pré-mistura/animal/dia (representando 4% em todo o concentrado). As ingestões diárias de vitaminas e oligoelementos permitidas por cada dieta são descritas no Apêndice 4.

\*\* Os níveis de minerais orgânicos e vitaminas incluídos ou restritos são os mesmos para o Premix B e C

Um grupo experimental (C) adicional foi incluído, no qual o complexo B foi removida do premix, com o intuito de reduzir o custo do produto e avaliar o impacto específico dessa vitamina no processo

A silagem de milho utilizada tinha menor quantidade de grãos em comparação com a silagem convencional, pois foi produzida a partir da planta de milho, após a retirada das espigas. O material foi adquirido de um fornecedor externo, e o processo de ensilagem foi realizado no centro de nutrição.

O feno fornecido foi do tipo B (mais fibroso), com misturas de capim Tifton, Vaquero e Coast-cross e foi adquirido de fornecedor externo.

#### 4.3 MANEJO ALIMENTAR

O período experimental total foi de 134 dias: 28 dias de adaptação e 106 dias de teste.

##### **Adaptação (28 dias):**

O período iniciou com adaptação dos animais ao novo ambiente (dia D1 a D6). Os animais permaneceram alojados no ambiente do confinamento, porém, com todas as baias abertas para reconhecimento do espaço.

No dia 7 foi realizada a primeira pesagem e os animais foram alojados nas baias de acordo com repartição para o teste (grupos homogêneos para peso vivo). A partir do D1 até o D15 todos receberam a mesma dieta. Nos dias D16 a D28, cada grupo recebeu sua respectiva ração experimental (A, B ou C):

- D1 a D6: Todos os animais receberam 1,5kg de suplemento mineral energético, silagem à vontade;
- D7 e D8: Todos receberam 2kg de ração concentrada (produto comercial), silagem à vontade e 180g de feno/animal/dia;
- D9: O alimento passou a ser oferecido com o valor na base seca, e foi calculado na proporção de 2,7% do peso vivo dos animais;
- D9 a D14: Foi oferecido 30% de ração concentrada comercial e 70% de volumoso (65% de silagem e 5% de feno);
- D15: Oferecido 55% de ração concentrada comercial e 45% volumoso (40% de silagem e 5% de feno);
- D16 a D21: Iniciou o fornecimento de ração concentrada experimental – 55% e 45% volumoso (40% de silagem e 5% de feno);

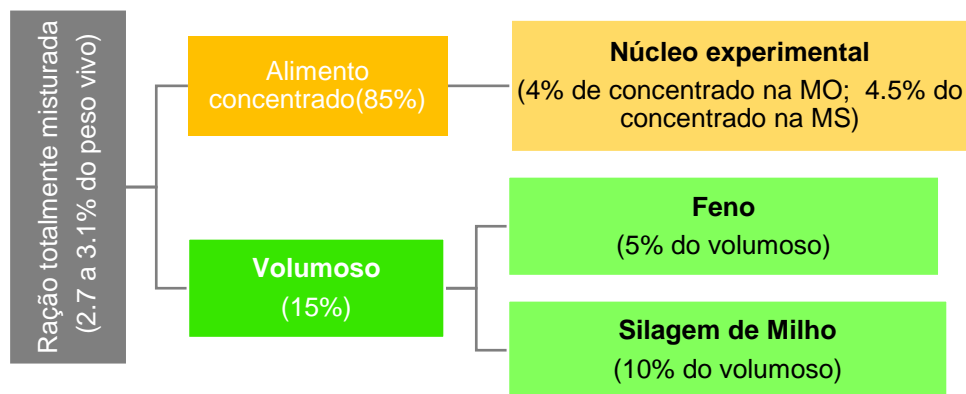
- D22 a D24: Oferecimento de 70% de ração concentrada experimental e 30% volumoso (25% de silagem e 5% de feno);
- D25 a D28: 85% de ração concentrada experimental e 15% de volumoso (10% de silagem e 5% de feno).

**Período de teste (106 dias):**

O período de teste foi iniciado no D29.

Os animais foram alimentados inicialmente com uma dieta equivalente a 2,7% do peso vivo (matéria seca), ocorrendo um aumento gradual até atingirem 3,1% do peso vivo (matéria seca), sendo o alimento concentrado fornecido na proporção de 85% do total oferecido e a forragem 15% (10% de silagem e 5% de feno) (Figura 2).

Figura 2: Porcentagem de cada ração fornecida às novilhas a 2,7% a 3,1% do peso corporal (valores em matéria seca)



Fonte: Autoria própria

Os animais de ambos os grupos experimentais tiveram acesso livre ao suplemento mineral TechSal65 (Anexo 2).

A dieta foi oferecida três vezes ao dia: no período da manhã (9h00 - 25% do total da dieta), início da tarde (13h00 - 25% do total da dieta) e final da tarde (16h00 - 50% do total da dieta).

O ajuste do alimento oferecido foi calculado de acordo com o peso vivo dos animais, mensurado a cada 14 dias. Quando o consumo foi inferior ao esperado durante dois dias consecutivos (mais de 5% de sobra), a quantidade oferecida foi reduzida respeitando a proporção de 85% de concentrado e 15% volumoso. O cálculo da redução foi feito em % do peso vivo. Amostras de sobra foram coletadas e analisadas quanto ao teor de matéria seca, para correção do consumo.

#### 4.4 PESAGEM DOS ANIMAIS E MEDIDAS DE DESEMPENHO

Os animais foram pesados individualmente em balança (Beckhauser idBECK 2.0) a cada 14 dias.

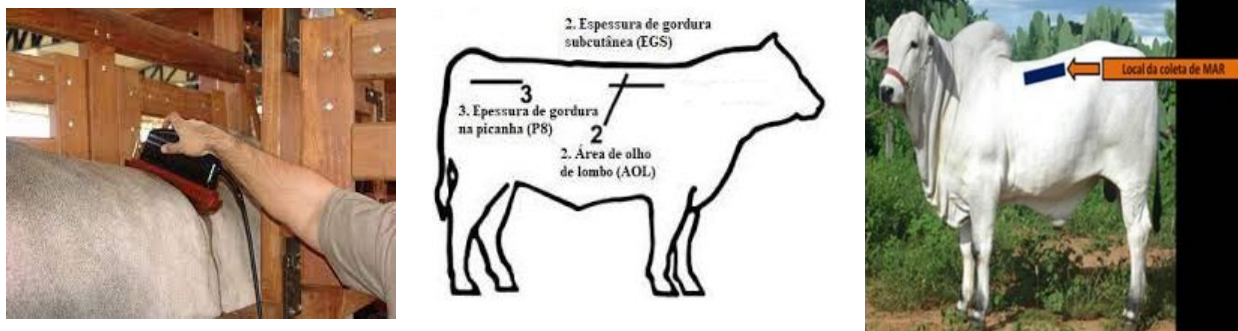
O peso dos animais foi utilizado para o cálculo do alimento ofertado.

Os dados de pesagem do alimento e dos animais foram utilizados para os cálculos de desempenho: ganho de peso diário, consumo de matéria seca diária, conversão alimentar e eficiência alimentar.

#### 4.5 CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA

As medidas ultrassonográficas foram realizadas para avaliação da carcaça (Figura 3) dos animais no início e final do período experimental.

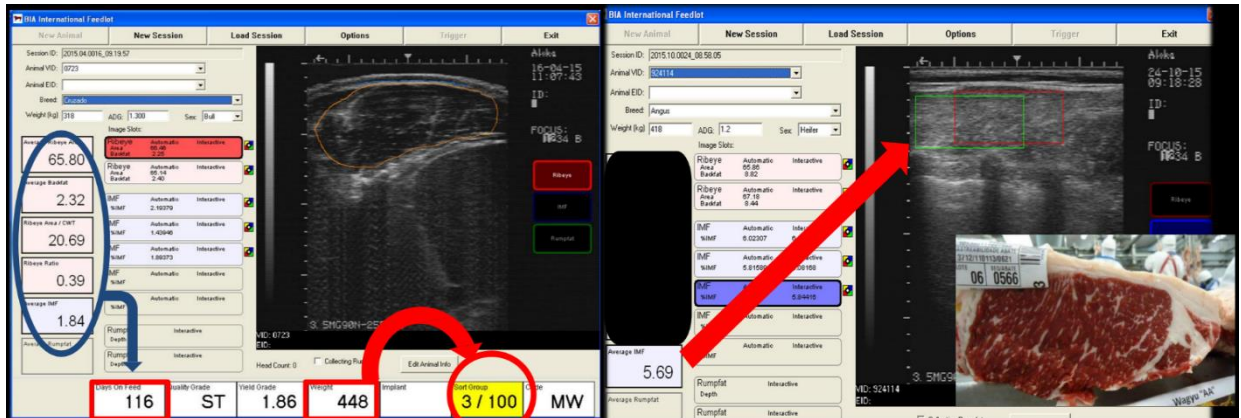
Figura 3: Avaliação da carcaça por ultrassom



As medidas realizadas foram área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGSU) entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, espessura de gordura de picanha (EGP) e gordura de marmoreio (MAR), entre a 11<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas.

As medições foram feitas com uma sonda box de 3,5 MHz (modelo Aloka) e um acoplador de silicone (Standoff). Nove imagens foram coletadas, incluindo 2 para AOL, 5 de MAR e 2 de EGP (Figura 4).

Figura 4: Imagem de ultrassom coletada e interpretada



Fonte: Arquivo pessoal

O processamento das imagens foi feito através dos softwares Bia PRO PLUS e BIA FIELD, da DGT Brasil.

#### 4.6 QUALIDADE DE CARÇAÇA E CARNE

As novilhas foram abatidas no Frigorífico Terral (SIF 3713), em Motuca (SP).

As carcaças foram devidamente identificadas pela equipe do Laboratório de Ciência da Carne (USP/FMVZ) para as mensurações e coletas posteriores. As carcaças foram transportadas para a Usina de Beneficiamento VPJ Alimentos, em Pirassununga (SP).

Após 5 dias de maturação das carcaças, foram realizadas avaliações e coleta de amostras das carcaças.

O número de dentes das fêmeas foi contado para se obter a idade estimada dos animais.

##### 4.6.1 Mensurações na carcaça

###### 4.6.1.1 Área de olho de lombo (AOL)

Para mensuração da Área de olho de lombo (AOL), utilizou-se o método de quadrante de pontos, conforme proposto por Vaz et al. (2016) (Figura 5). Uma régua quadriculada específica, com escala em cm<sup>2</sup>, aplicada diretamente sobre a superfície transversal do músculo e permite estimar a área, contabilizando os quadrados preenchidos pela secção do músculo (VAZ et al., 2016).

Figura 5: Mensuração de área de olho de lombo (AOL)



Fonte: Arquivo pessoal

#### 4.6.1.2 pH

Avaliado com um medidor de pH digital (Hanna Instruments, modelo HI 99163), inserindo a sonda na carcaça – no músculo *Longissimus*.

#### 4.6.1.3 Espessura de gordura subcutânea (EGS)

A espessura de gordura subcutânea – Figura 6 (EGS, mm<sup>2</sup>) foi avaliada a  $\frac{3}{4}$  da distância entre a parte medial da coluna e a parte lateral da AOL, por meio de um paquímetro digital 6" (Amatools®, modelo ZAAS Precision), entre a 11<sup>a</sup> e a 12<sup>a</sup> costelas.

Figura 6: Local de avaliação da espessura de gordura na carcaça de bovinos.



Fonte: arquivo pessoal

#### 4.6.1.4 Escore de gordura subcutânea

As carcaças foram avaliadas na altura da 6<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> costelas, partes dorsal e ventral do músculo grande dorsal (*Latissimus dorsi*) e músculo serrátil (*Serratus*) dorsal caudal, na região lombar e no coxão. As classificações são (BRASIL, 2004):

- Magra (1): gordura ausente
- Gordura escassa (2): 1 a 3 mm de espessura
- Gordura mediana (3): acima de 3 até 6 mm de espessura
- Gordura uniforme (4): acima de 6 até 10 mm de espessura
- Gordura excessiva (5): acima de 10 mm de espessura (Brasil, 2004).

#### 4.6.2 Mensurações na carne

Foram coletados 2 bifes por animal do músculo *Longissimus dorsi* na altura da 11<sup>a</sup> costela.

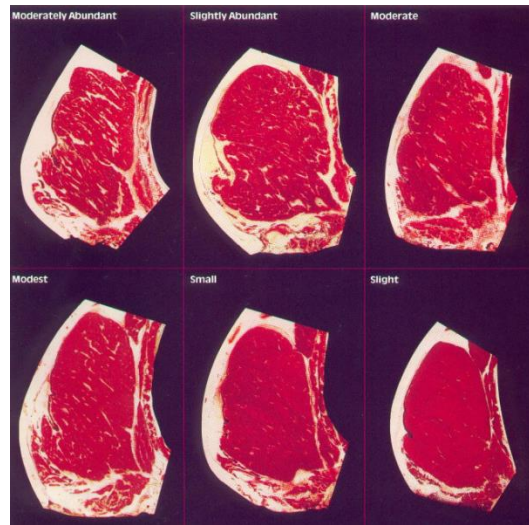
##### 4.6.2.1 Escore de marmoreio

Foi realizado usando um grau de pontuação visual subjetivo USDA Quality Grade (1999). Os graus de marmoreio (maior para menor):

- “Prime” (dividido em “Abundante”, “Moderadamente Abundante” e “Ligeiramente Abundante”); “Escolha” (compartilhado em “Moderado”, “Modesto” e “Pequeno”); “Selecionar” (“Leve”); “Padrão” (compartilhado em “Traços” e “Praticamente Desprovido” (Smith et al., 2013) (Figura 5).

Para realizar a análise estatística, a classe do USDA foi transformada em um numeral, adaptado de Neves (2020), conforme apresentado na Tabela 3.

Figura 7: Padrões de marmoreio (classificação USDA)



Fonte: USDA

Tabela 3 - Descrição do grau USDA

<b>Grau</b>	<b>Selecionar (Leve)</b>	<b>Escolha (Pequeno)</b>	<b>Escolha (modesto)</b>	<b>Escolha (moderado)</b>	<b>Prime</b>
-	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
<b>0</b>	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
<b>+</b>	4,9	5,9	6,9	7,9	9,0

Fonte: Autoria própria – adaptado de Neves (2020)

#### 4.6.2.2 Cor

As amostras de carne foram expostas ao oxigênio por 30 minutos em temperatura controlada (0 a 2°C), conforme descrito no *Meat Color Measurements Guidelines Handbook* (AMSA, 2012) para obter o efeito de *blooming*. Um colorímetro portátil (modelo MiniScan EZ, Hunter Lab®, Reston, Virgínia, EUA) foi usado para realizar leituras em três pontos diferentes da amostra (Figura 8), para avaliar o L\* (luminosidade), a\* (componente vermelho-verde) e b\* (componente amarelo-azul) (CIE, 1986).

Os valores de cor foram considerados como a média das três leituras (HOUBEN et al., 2000).

Figura 8: Análise de cor



Fonte: Arquivo pessoal

#### 4.6.2.3 Perdas totais por cocção (PPC%) e força de cisalhamento (FC)

Durante a preparação das amostras de carne para a análise da força de cisalhamento (FC) foram coletados os dados de peso das amostras para os cálculos de perdas por cocção (PPC), (Honikel, 1998). A PPC foi calculada em porcentagem, conforme a equação:

$$PPC (\%) = \frac{\text{Peso cru da amostra (g)} - \text{Peso da amostra após cocção (g)}}{\text{Peso cru da amostra (g)}} \times 100$$

Os procedimentos para cocção dos bifes destinados à análise de FC foram realizados segundo AMSA (2016).

As amostras foram assadas em forno elétrico a 163°C (Figura 9), até atingirem a temperatura interna de 71°C. As temperaturas internas foram determinadas por meio de um sistema de termopares com termômetros individuais, que foram inseridos nos bifes até sua parte central.

Figura 9: Amostras assadas para a análise de perdas totais por cocção e maciez objetiva.



Fonte: Arquivo pessoal

Após serem assados e resfriados, os bifes foram embalados individualmente e acondicionados em refrigerador doméstico por 24 horas. Em seguida, foram retirados seis cilindros de 13 mm de diâmetro de cada bife, com um vazador elétrico. A análise de maciez objetiva foi realizada com equipamento texturômetro (modelo CT-3 Texture Analyser, AMETEK Brookfield®, Middleborough, MA, EUA), equipado com lâmina Warner-Bratzler e a FC foi determinada pela média dos seis cilindros (Figura 10) (WHEELER; SHACKELFORD; KOOHMARAIE, 2005).

Figura 10: Texturômetro com lâmina Warner Bratzler para avaliação da maciez



Fonte: Arquivo pessoal

#### 4.6.2.4 Composição centesimal da carne

Uma amostra de *Longissimus dorsi* com 2,5 cm de espessura foi coletada da 11ª costela de cada carcaça para análise química. As amostras foram enviadas para o laboratório externo CBO. A gordura externa visível foi removida para realizar a análise apenas no olho de lombo.

As análises de umidade, proteína bruta e gordura total foram realizadas no olho de lombo.

### 4.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram analisados por meio do software RStudio.

Após verificar a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias, foi utilizada a ANOVA e o teste estatístico de Tukey para diferenças significativas. Para os dados de espessura de gordura da picanha e pH, que não seguiram distribuição normal, foi aplicado o teste de Kruskal Wallis (Tabela 4).

Para a análise da gordura do olho de lombo, como foi observado um efeito de interação significativo entre o tratamento e o nível inicial de marmoreio da carne medido através da análise de ultrassom, todo o conjunto de dados foi dividido em 2 subgrupos usando o valor mediano do nível inicial de marmoreio da carne (3.35) como limite, para ter 2 subgrupos homogêneos:

Subgrupo 1: nível inicial de marmoreio da carne < 3,35 (N= 21 animais)

Subgrupo 2: nível inicial de marmoreio da carne > 3,35 (N= 21 animais)

O número de dentes dos animais foi considerado para posterior classificação de idade e análise estatística.

E o efeito do tratamento foi testado separadamente nesses 2 subgrupos, usando o seguinte modelo ANOVA:

**$Y = \mu + \text{Tratamento}_i + \text{Número de Dentes} + \text{Peso de Abate} + \text{Tratamento:}$**   
 **$\text{Peso de Abate} + \text{Tratamento: Número de Dentes}$**

Tabela 4 – Modelos Utilizados

Modelo	Variável
$Y = \mu + \text{Tratamento}_i + \text{peso corporal inicial} + \text{número de dentes} + \epsilon_{ij}$	Parâmetros zootécnicos (Pesagem e GMD)

$Y = \mu + \text{Tratamento} + \text{Peso de Abate} + \text{Número de Dentes} + \epsilon_{ij}$

Características da carcaça e qualidade da carne

$Y = \mu + \text{Tratamento}_i + \text{Número de dentes} + \text{peso de abate} + \text{medição inicial do marmoreio por ultrassom}$   
 +Tratamento: Peso de abate + Tratamento: Número de dentes + Tratamento: medição inicial do marmoreio por ultrassom

Análise da composição da carne (gordura total, umidade e proteína bruta no olho de lombo) e escore de marmoreio após o abate

Teste de Kruskal Wallis (modelo)

Gordura e pH da alcatra

Fonte: Autoria própria.

Y - a variável a explicar

M - a média,

Tratamento<sub>i</sub> - o efeito fixo do tratamento.

Peso corporal na alocação, número de dentes, peso de abate e medição inicial do marmoreio ultrassônico: como covariáveis.

Tratamento: Peso corporal inicial - interação entre essas variáveis.

Tratamento: Número de dentes - interação entre essas variáveis.

Tratamento: Peso de abate - interação entre essas variáveis.

Tratamento: medida inicial do marmoreio ultrassônico - interação entre essas variáveis.

$\epsilon_{ij}$  - erro residual

## 4.8 CONFORMIDADE DE DADOS

### 4.8.1 Conformidade dos alimentos

Amostras dos alimentos concentrados e volumosos foram coletadas e analisadas pelo Upscience (Tabelas 5, 6).

O resultado da análise das rações (Tabela 5) demonstrou variação acima de 15% dos produtos analisados em relação a fórmula para:

- a) Tratamento A: vitamina A, zinco e selênio.
- b) Tratamento B: fibra bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e zinco.
- c) Tratamento C: fibra bruta, fibra em detergente ácido (FDA), zinco e selênio.

A maior diferença entre os valores esperados e analisados foi observada para o zinco.

No entanto, a variação ocorreu de forma semelhante para todas as rações e, portanto, não causou viés no estudo.

Para o selênio, a ração A e a ração C apresentaram uma concentração menor do que o esperado (entre metade e dois terços do conteúdo esperado). Apenas a ração B ofereceu teor de selênio próximo ao valor esperado. Com a diferença na forma de selênio (inorgânico para a ração A e orgânico para a ração C), os animais do grupo da ração B ingeriram duas vezes mais selênio por dia que os animais do grupo da ração A.

As análises da primeira e segunda silagem mostraram estabilidade de valores alterando apenas o teor de matéria seca entre elas (Tabela 6).



Vit D3 IU/g	1,0	1,1	1,1	1,2	6,8	0,6	0,7	0,7	0,8	14,5	0,6	0,7	0,6	0,7	7,3
Vit B3 mg/kg	-	-	-	-	-	-	-		0,0	-	314	354	321	360	1,8
Vit C mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	235	264	236	265	0,3
Zn mg/kg	154	173	482	543	213	154	173	485	545	215	154	173	489	549	217
Se mg/kg	1,13	1,27	0,55	0,62	-51,3	1,04	1,17	1,14	1,28	9,17	1,04	1,17	0,65	0,73	-38

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6 - Análises químicas das forragens (feno e silagem de milho)

Nutrientes	FENO		SILAGEM DE MILHO	
	1ª análise	2ª análise	1ª análise	2ª análise
	MS	MS	MS	MS
UMIDADE %	10,95	9,16		
MATÉRIA SECA %	89,05	90,84	26	21
PROTEINA BRUTA %	10,52	11,96	6,10	6,10
FIBRA BRUTA %	38,89	39,18	29,61	29,61
MATÉRIA MINERAL %	6,65	4,17	15,64	15,64
FDN	81,08	86,75	70,51	70,51
FDA	46,17	46,25	38,93	38,93
AMIDO %			<4,83	<4,83

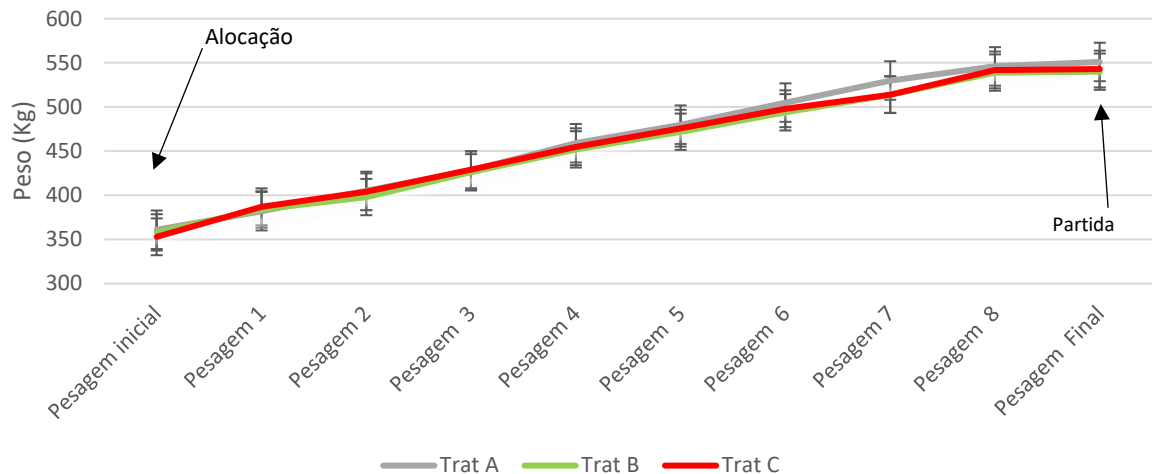
Fonte: Autoria própria.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS

#### 5.1.1 Peso corporal

O peso corporal dos 3 grupos experimentais foi semelhante ao longo do estudo (Figura 11). O peso corporal médio na saída para o abatedouro foi de 553kg  $\pm$  47,2 para o Tratamento A, 540kg  $\pm$  53,2 para o Tratamento B e 544kg  $\pm$  60,6 para o Tratamento C.

Figura 11: Evolução do peso corporal de acordo com o tratamento (média  $\pm$  DP)

Fonte: Autoria própria

A análise estatística não mostrou diferença significativa no peso corporal entre os tratamentos (Tabela 7).

Entre os outros parâmetros incluídos no modelo ANOVA, houve efeito significativo do peso corporal na alocação em todas as pesagens. O número de dentes (estimativa da idade) não teve efeito sobre o peso corporal, independentemente da pesagem. Não foram observados efeitos de interação.

Tabela 7 - Médias estimadas pelo modelo ANOVA para peso corporal (kg)

	ANOVA – p-valor						
	Trat A	Trat B	Trat C	SE <sup>1</sup>	Tratamento	Peso corporal inicial	Número de dentes*
Peso Corporal Inicial (kg) <sup>1</sup>	361	358	353	8,68	0,82	-	0,68
Pesagem 1 (kg) <sup>2</sup>	382	384	387	2,72	0,44	<0,0001	0,64
Pesagem 2 (kg)	405	398	404	4,13	0,44	<0,0001	0,54
Pesagem 3 (kg)	428	426	429	4,9	0,87	<0,0001	0,63
Pesagem 4 (kg)	459	452	455	6,60	0,70	<0,0001	0,47

Pesagem 5 (kg)	480	472	476	7,36	0,75	<0,0001	0,54
Pesagem 6 (kg)	505	494	498	8,40	0,59	<0,0001	0,37
Pesagem 7 (kg)	530	514	514	8,97	0,34	<0,0001	0,24
Pesagem 8 (kg)	546	539	542	10,5	0,89	<0,0001	0,22
Pesagem 9 (kg) <sup>3</sup>	551	540	543	10,6	0,73	<0,0001	0,20

Fonte: Autoria própria.

<sup>1</sup>: peso à chegada, <sup>2</sup>: início do ensaio, <sup>3</sup>: partida para o matadouro

\* O número de dentes foi considerado como marcador para estimar a idade dos animais.

### 5.1.2 Ganho médio diário

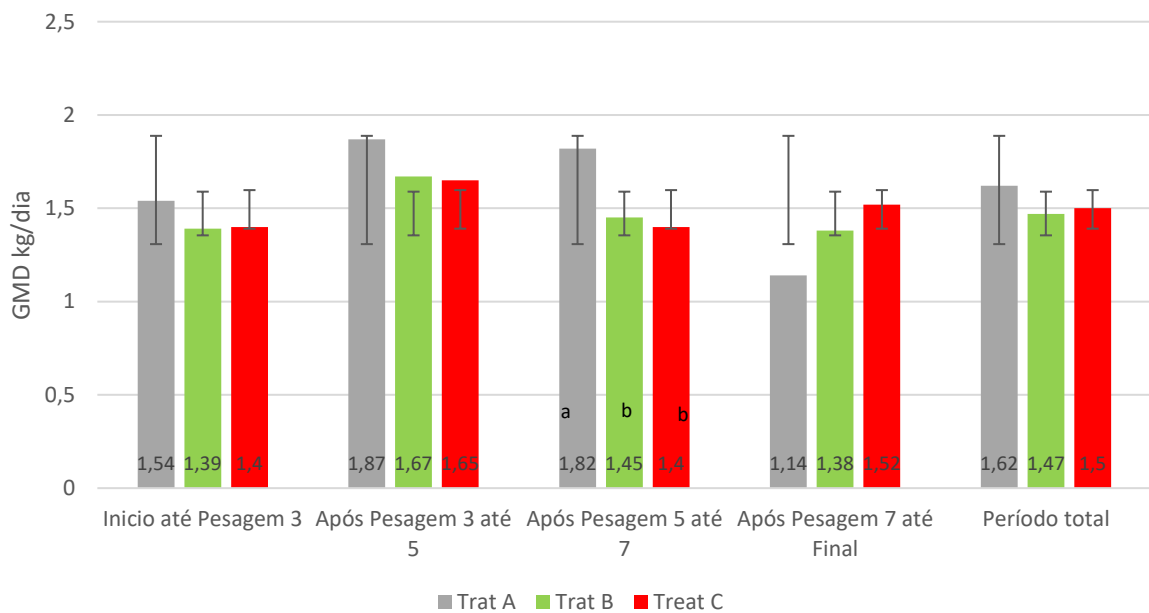
Os dados de ganho médio diário são apresentados na Tabela 8 e na Figura 12.

Tabela 8 - Médias estimadas pelo modelo ANOVA para Ganho Médio Diário (GMD, kg/d)

	ANOVA						
	Trat A	Trat B	Trat C	SE <sup>1</sup>	Tratamento	Peso corporal inicial	Número de dentes
Início do teste até Pesagem 3	1,54	1,39	1,40	0,097	0,42	0,17	0,64
Após a Pesagem 3 até Pesagem 5	1,87	1,67	1,65	0,133	0,41	<b>0,04</b>	0,50
Após a Pesagem 5 até Pesagem 7	1,82 <sup>a</sup>	1,45 <sup>b</sup>	1,40 <sup>b</sup>	0,108	<b>0,007</b>	0,06	<b>0,04</b>
Após a Pesagem 7 até Pesagem Final	1,14	1,38	1,52	0,140	0,13	0,40	0,27
Período de teste completo	1,62	1,47	1,50	0,084	0,40s	<b>0,04</b>	0,09

Fonte: Autoria própria.

*a, b Médias dos quadrados mínimos dentro de uma linha com letras sobscritas diferentes diferem ( $P \leq 0,05$ ).*

Figura 12: GMD em função do período e do tratamento alimentar (média  $\pm$  DP)

a, b Médias dos quadrados mínimos dentro de uma linha com letras sobrescritas diferentes diferem ( $P \leq 0,05$ ).

Fonte: Autoria Própria

Houve efeito significativo do peso corporal inicial ( $p=0,04$ ) no GMD para os períodos da Pesagem 1 a Pesagem 5 e para o período após a Pesagem 5 até a pesagem 7.

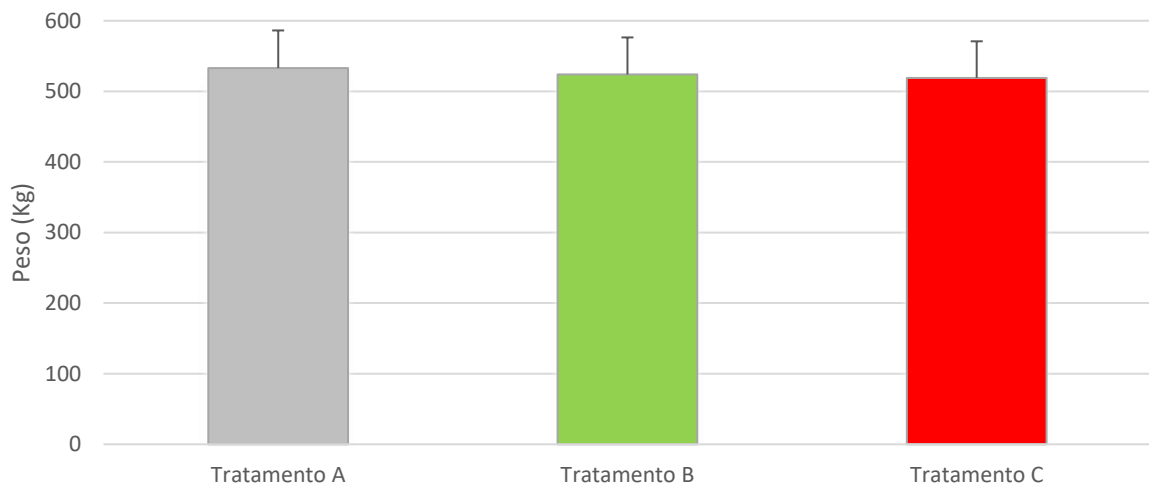
O ganho médio diário (GMD) foi semelhante entre os 3 tratamentos, exceto entre o período Pesagem 5 até a Pesagem 7 ( $p=0,07$ ). Durante este período, o GMD do Tratamento A foi significativamente maior do que os do Tratamento B e C (Tabela 10).

Não foram observados efeitos de interação.

Entre o início do experimento (Pesagem 1) e a saída dos animais (Pesagem Final - 9), o tratamento A apresentou GMD numericamente maior ( $1,6 \pm 0,28$  kg/d) em relação ao Tratamento B ( $1,5 \pm 0,28$  kg/d) e Tratamento C ( $1,5 \pm 0,31$  kg/d), mas essa diferença numérica não foi estatisticamente relevante ( $p=0,46$ ).

### 5.1.3 Peso de abate

Em relação ao tratamento controle, o peso médio ao abate para os animais do grupo B foi 1,5%, enquanto para o tratamento C foi apenas 0,94% menor. Não foram observados efeitos do tratamento ( $p=0,70$ ).

Figura 13: Peso de abate (média  $\pm$  SEM)

Fonte: Autoria Própria

#### 5.1.4 Consumo de matéria seca e eficiência alimentar

O consumo foi mensurado por baia, não foram feitas análises estatísticas desta variável e conversão alimentar.

Os valores médios obtidos para cada tratamento são apresentados na Tabela 9. As diferenças de consumo de ração, concentrado e matéria seca total foram observadas no primeiro período experimental (Pesagem 1 até Pesagem 3). A ingestão do Tratamento B foi 13% e o tratamento C 12% menor que o tratamento A (grupo controle).

Durante todo o período experimental, a ração concentrada e o consumo total de matéria seca foram semelhantes entre os 3 grupos.

A eficiência alimentar foi semelhante entre os 3 grupos para cada período e no estudo geral (menos de 0,1 pontos de diferença).

Tabela 9 - Consumo de ração médio (kg MS/animal/d) e eficiência alimentar por tratamento e por período

	Consumo de ração concentrada (kg MS / animal / dia)			Consumo total de matéria seca (kg/100 kg PV)			Eficiência alimentar (Kg GMD / Kg MS ingerido)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Adaptação	9,68	9,70	9,71	2,61	2,61	2,59	0,12	0,13	0,16
Pesagem 1 (início do teste) a Pesagem 3	12,25	10,66	10,84	3,01	2,63	2,63	0,12	0,12	0,13
Após a Pesagem 3 até Pesagem 5	13,22	13,80	13,64	2,90	3,08	3,00	0,14	0,12	0,11
Após a Pesagem 5 até Pesagem 7	14,59	14,44	14,33	2,88	2,93	2,90	0,12	0,10	0,09
Após a Pesagem 7 até Pesagem Final - 9	14,90	14,98	14,35	2,75	2,84	2,71	0,07	0,09	0,11
Todo período do teste	13,90	13,43	13,31	2,80	2,90	2,85	0,12	0,11	0,11

Fonte: Autoria própria.

## 5.2 ANÁLISE DE ÁREA DE OLHO DE LOMBO (AOL) E DE GORDURA INTRAMUSCULAR (GIM) POR ULTRASSOM.

Diferença significativa entre os grupos experimentais foi observada na medida inicial da Área de Olho de Lombo (AOL<sub>i</sub>,  $p=0,004$ ): o grupo controle A teve um valor de AOL significativamente menor (-16%) do que o grupo C. Na segunda medida, não foi mais observada diferença significativa entre os tratamentos.

Uma diferença significativa entre os grupos experimentais também foi observada no valor inicial de marmoreio (GIM<sub>i</sub>,  $P=0,02$ ) (Tabela 10): o grupo C apresentou valor de gordura intramuscular inicial 15% menor em relação ao grupo controle e 11% menor em relação ao grupo B. Ao final do período experimental, a diferença foi reduzida para 5% entre o tratamento controle e o tratamento C e 2% entre o tratamento B e o tratamento C e não foi estatisticamente relevante. Considerando o delta de medida de marmoreio, o tratamento C apresentou melhora numericamente maior em comparação ao tratamento A (controle) e ao tratamento B (em torno de + 0,10 pontos, Tabela 10).

Em relação à gordura de picanha (EGP) inicial ou final, não foram observadas diferenças entre os grupos experimentais.

Não foi encontrada diferença estatística entre o tratamento para espessura de gordura subcutânea (EGS). No entanto, os valores médios obtidos neste estudo ao final do período experimental foram superiores aos recomendados pela indústria

(3mm), independentemente dos tratamentos. Assim, podemos dizer que as dietas favoreceram a deposição dessa gordura nas carcaças. O maior valor foi observado para o grupo controle, o menor para o grupo B.

Tabela 10 - Medidas de ultrassom

	Medidas de Ultrassom				Tratamento	BW	N ° de Dentes
	Trat A	Trat B	Trat C	SE <sup>1</sup>			
AOLi <sup>1</sup> 1ª medição (cm <sup>2</sup> )	<b>55,3</b> <sup>b</sup>	<b>61,1</b> <sup>ab</sup>	<b>64,4</b> <sup>a</sup>	2,00	<b>0,004</b>	<0,001	0,88
AOLf 2ª medição (cm <sup>2</sup> )	82,3	84,0	82,1	1,80	0,70	0,57	0,19
EGS <sup>2</sup> (mm) <sup>b</sup> 1ª medição	2,58	2,74	2,78	0,19	0,72	0,03	0,14
EGS (mm) 2ª medição	9,05	7,84	8,30	0,49	0,19	0,50	0,88
GIMi <sup>3</sup> 1ª medição	<b>3,50</b> <sup>a</sup>	<b>3,35</b> <sup>ab</sup>	<b>2,97</b> <sup>b</sup>	0,14	<b>0,02</b>	0,51	<b>0,02</b>
GIMf 2ª medição	3,90	3,80	3,73	0,08	0,31	0,03	0,90
DELTA GIM <sup>c</sup>	0,52	0,49	0,61	0,11	0,68	0,05	0,11
EGP <sup>4</sup> 1ª medição (mm)	3,57	3,79	3,73	0,19	0,17	-	-
EGP 2ª medição (mm)	12,04	10,40	10,07	0,92	0,30	-	-

Fonte: Autoria própria.

<sup>1</sup> AOL: Área de Olho de Lombo; <sup>2</sup> EGS: Espessura de gordura subcutânea; <sup>3</sup> Variação da deposição de marmoreio; <sup>4</sup> Gordura na região da garupa; <sup>a, b</sup> Médias dos quadrados mínimos dentro de uma linha com letras sobrescritas diferentes diferem ( $P \leq 0,05$ ).

### 5.3. MENSURAÇÕES NA CARCAÇA

#### 5.3.1. Área de olho de lombo e espessura gordura subcutânea

A área de olho de lombo (AOL) e a espessura de gordura subcutânea (EGS) medidas na carcaça após o abate foram semelhantes entre os tratamentos (Tabela 11).

A AOL é um indicador do desenvolvimento muscular do animal que pode ser afetado pela genética, idade e dieta. De acordo com Morris e cols. (1990), o valor médio esperado para a raça Angus é de 76cm<sup>2</sup> e neste ensaio todos os tratamentos proporcionaram maiores valores.

Os valores de EGS medidos na carcaça estão bastante correlacionados com os valores medidos pelo aparelho de ultrassom no animal vivo (9,05 para o grupo A; 7,84 para o grupo B; 8,3 para o grupo C). Também ficaram acima de 8mm, superando o mínimo exigido pela indústria de carnes brasileira sem penalidades (3mm). Conforme mencionado anteriormente, a deposição de gordura subcutânea

proporcionou uma classificação positiva da carcaça no programa de qualidade do abatedouro.

Segundo Luchiari Filho (2000), as fêmeas apresentam maior potencial de deposição de gordura em relação aos machos devido às diferenças na curva de crescimento.

Tabela 11 - Resultados de AOL e EGS por tratamento medidos na carcaça

	Trat. A	Trat. B	Trat. C	SE <sup>1</sup>	Tratamento	Nº Dentes	Peso de Abate
AOL <sup>1</sup> (cm <sup>2</sup> )	78,5	82,0	80,8	2,71	0,62	0,94	0,77
EGS <sup>2</sup> (mm)	9,10	8,73	8,93	0,74	0,94	0,51	0,44

Fonte: Autoria própria.

<sup>1</sup>Área de olho de costela; <sup>2</sup>Espessura de gordura subcutânea

### 5.3.2. Escore de gordura subcutânea

Todas as carcaças foram avaliadas com escore 4 para deposição de gordura subcutânea (espessura de gordura uniforme, de 6 a 10 mm – Figura 14).

Esta classificação representa carcaças premium, que são comercializadas com selo certificado do Programa “Carne Angus Brasil”, e consequente bônus sobre o preço de compra pelo frigorífico (entre R\$25,00 e 30,00 por arroba para animais com peso ao abate de 16 a 18@ ou acima de 18@, respectivamente).

Figura 14: Medida de gordura subcutânea

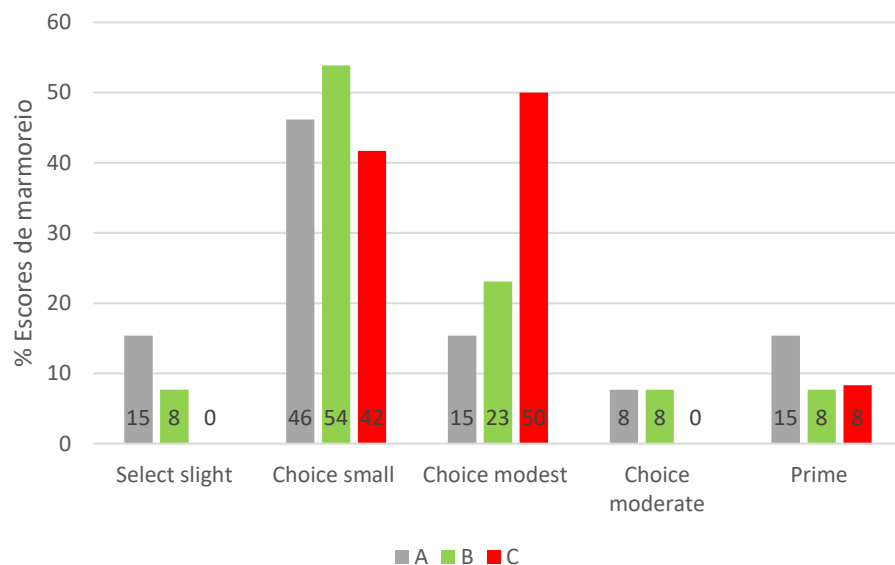


Fonte: Arquivo Pessoal

### 5.3.3. Escore de marmoreio

As porcentagens de carcaças para cada grupo experimental classificado em cada classe do USDA são descritas na Figura 15, a pontuação média do USDA por tratamento na Figura 15.

Figura 15. Repartição (%) das pontuações das classes globais de marmoreio em cada tratamento de acordo com a classificação do USDA

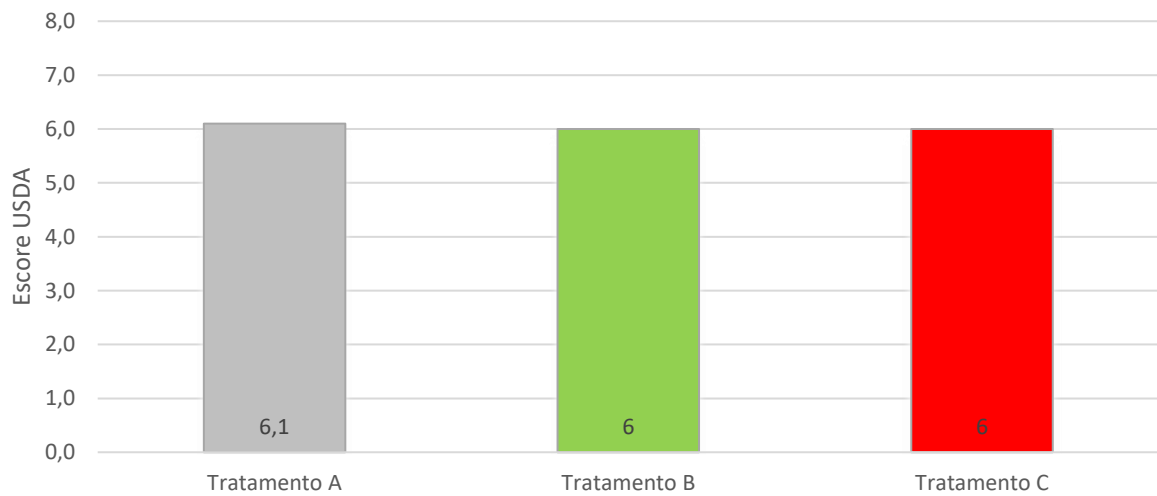


Fonte: Autoria Própria

A maioria dos escores de marmoreio (grau do USDA) observados neste estudo foram “Choice Small” (Figura 15), com 46% das carcaças do tratamento A, 54% do tratamento B e 42% do tratamento C, seguido por “Choice Modest” (A = 15%, B = 23% e C = 50%). “Select Slight” e “Choice Moderate” não foram encontrados no tratamento C. O escore Prime Ligeiramente abundante (com alta gordura de marmoreio presente) foi representado por 15% das carcaças do tratamento A e 8% das carcaças dos animais dos tratamentos B e C.

Há poucos programas de qualidade no Brasil que atualmente pagam por qualidade incluindo a marmorização como uma das características avaliadas (detalhes sobre o programa no item 5.6). O mínimo aceito para classificação de marmoreio no programa é “Choice”. Os animais do tratamento C apresentaram o maior percentual de carcaças como “Choice” ou acima (100%) em relação aos grupos Controle (85%) e Tratamento B (92%).

Figura 16: Efeito do tratamento alimentar na nota média do USDA - pontuação média do USDA por tratamento (dados brutos).



Fonte: Autoria Própria

Em relação à análise do escore USDA, não foi observado efeito significativo do tratamento considerando todo o banco de dados (Tabela 12). No entanto, como a interação entre o tratamento e o nível inicial de medição de marmoreio por ultrassom foi significativa ( $p$ -valor = 0,04), conforme descrito no capítulo 3.10, todo o conjunto de dados foi dividido em 2 subgrupos (nível inicial de marmoreio  $<$  ou  $>$  3,35), e o efeito do tratamento foi testado em cada subgrupo.

Para o subgrupo com valores iniciais de marmoreio baixos ( $<$ 3,35), o grupo C tendeu a ter uma pontuação USDA mais alta em comparação com o tratamento controle (6,6 vs 5,2,  $p < 0,10$ , +29%). O grupo B apresentou valor intermediário (6,1, +18% em relação ao grupo A).

Para o subgrupo que apresentou altos valores iniciais de marmoreio ( $>$  3,35), o efeito do tratamento não foi estatisticamente relevante, mas o Tratamento A teve uma nota numérica do USDA mais alta em comparação com os outros dois tratamentos (cerca de +1 ponto).

Tabela 12 - Pontuações médias do USDA por tratamento estimadas pelo modelo Anova

	Trat. A	Trat. B	Trat. C	SE	Tratamento	Marmoreio I	Nº Dentes	Peso de Abate	Interação Tratamento X Marmoreio I
<b>Grupo Inteiro</b>	5,7	5,9	5,8	0,34	0,049	0,79	0,45	0,26	0,04
Subgrupo 1 (GIMi $\leq$ 3.35)	5,2 <sup>B</sup>	6,1 <sup>AB</sup>	6,6 <sup>A</sup>	0,46	0,08	-	0,09	0,88	-
Subgrupo 2 (GIMi $\geq$ 3.35i > 3.35)	6,6	5,6	5,5	0,51	0,12	-	0,36	0,53	-

Fonte: Autoria própria.

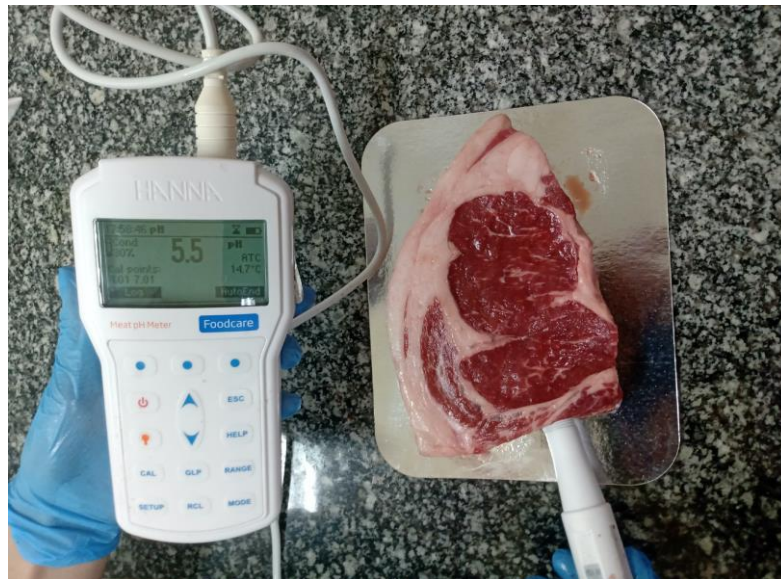
GIMi = medição inicial do marmoreio no início do ensaio (medição ultrassonográfica).

A, B Médias dos quadrados mínimos dentro de uma linha com letras sobscritas diferentes diferem ( $P \leq 0,1$ ).

### 5.3.4. Cor e pH da carne

O pH (Figura 17) das carcaças foi considerado normal (deve ser até 5,8 após 24 horas de abate). O tratamento não teve efeito significativo neste valor ( $p=0,12$ , Tabela 13).

Figura 17: Análise de pH



Fonte: Arquivo pessoal

Tabela 13 - Resultados de pH e cor por tratamento

	Trat A	Trat B	Trat C	SE <sup>1</sup>	Tratamento
<b>pH<sup>1</sup></b>	5,56	5,54	5,62	0,03	0,12
<b>L*</b>	37,3	36,2	37,8	0,67	0,20
<b>a*</b>	17,6	17,6	18,1	0,32	0,43
<b>b*</b>	13,8 <sup>ab</sup>	13,6 <sup>b</sup>	14,6 <sup>a</sup>	0,33	<b>0,06</b>

Fonte: Autoria própria.

<sup>a, b</sup> Médias dos quadrados mínimos dentro de uma linha com letras sobrescritas diferentes diferem ( $P \leq 0,05$ ).<sup>1</sup> O pH não seguiu uma distribuição normal, por isso realizamos um teste de Kruskal Wallis.

As análises de cor (Figura 18) da carne tenderam a ser diferentes entre os tratamentos ( $P=0,06$ ) para o parâmetro  $b^*$  (prisma azul-amarelo). Um valor  $b^*$  mais alto indica um pigmento amarelo mais alto, que está correlacionado com uma maior quantidade de gordura intramuscular. O maior valor de  $b^*$  foi observado para o tratamento C, significativamente não diferente do tratamento A, mas diferente do

tratamento B. Não foram observadas diferenças entre os grupos experimentais para o parâmetro  $L^*$  (luminosidade) e  $a^*$  (prisma verde-vermelho). Esses dois parâmetros apresentaram valores dentro da faixa esperada ( $a^* \geq 14,5$ ;  $b^* \leq 17$ ), indicando a ausência da anomalia DFD (escuro, firme e seco), que também é identificada pelo pH elevado da carne (como resultado da depleção das reservas de glicogênio muscular durante o período pré-abate). Esta anomalia indica estresse bovino e consequente perda de qualidade da carne.

Figura 18: Análise de cor.



Fonte: Arquivo pessoal

### 5.3.5. Perdas totais por cocção (PPC)

Para a análise de PPC (Figura 19) uma média de 31,9% de PPC foi observada para o tratamento controle, 30,9% para o tratamento B e 31,2% para o tratamento C. Nenhum efeito do tratamento foi observado (Tabela 14). Os valores observados estão na faixa de normalidade para a carne desta espécie, que, segundo Muchenje et al. (2009), é 13,1 – 34,54%. Essa característica influencia a qualidade da carne bovina, pois afeta diretamente sua suculência, rendimento, atributos de palatabilidade e sua aceitabilidade (MODZELEWSKA-KAPITULA et al., 2012).

Figura 19: Análise de perdas totais por cocção



Fonte: Arquivo Pessoal

Tabela 14 - Dados de Perdas Totais por Cocção (PPC%) por tratamento

	Trat A	Trat B	Trat C	SE <sup>1</sup>	Tratamento	N° de Dentes	Peso do Abate
Peso Inicial das amostras (g)	435 <sup>b</sup>	442 <sup>ab</sup>	484 <sup>a</sup>	16,3	<b>0,06</b>	0,24	0,84
Peso Final das amostras (g)	297	306	332	12,4	<b>0,08</b>	0,19	0,99
Perdas totais de cozimento	31,9	30,9	31,2	0,98	0,75	0,74	0,68

Fonte: Autoria própria.

<sup>a, b</sup> Médias dos quadrados mínimos dentro de uma linha com letras sobrescritas diferentes diferem ( $P \leq 0,05$ ).

### 5.3.6. Força de cisalhamento (FC)

De acordo com o padrão americano, a força de cisalhamento (Figura 20) deve ser de até 6 kg para indicar uma carne macia. Assim, o tratamento controle apresentou 47,3% acima do valor esperado, enquanto os tratamentos B e C apresentaram 62,17% e 69,83% acima, respectivamente (Tabela 15). Nenhum efeito do tratamento foi observado para esta variável.

Figura 20: Análise de força de cisalhamento ou maciez objetiva



Fonte: Arquivo Pessoal

Uma maciez desejável geralmente é alcançada com pelo menos 7 dias de maturação da carne bovina. As carcaças deste ensaio foram maturadas por 5 dias, o que pode ser a causa do não alcance da força de cisalhamento desejável. Hager (2000) avaliou a maciez da carne Angus e Nelore maturada até 35 dias a 4°C, e a maciez máxima para a carne Angus foi obtida após 7 dias de maturação.

Tabela 15 - Dados de força de cisalhamento

	<b>Trat. A</b>	<b>Trat. B</b>	<b>Trat. C</b>	<b>SE<sup>1</sup></b>	<b>Tratamento</b>	<b>N° de Dentes</b>	<b>Peso do Abate</b>
Força_cisalhamento (kgf)	8,84	9,73	10,19	0,520	0,16	0,24	0,77
Força_cisalhamento (N)	86,6	95,3	99,8	5,09	0,16	0,24	0,77

Fonte: Autoria própria.

### 5.3.7. Análise centesimal

Não foi observado efeito do tratamento na matéria seca e teor de proteína na amostra analisada. Para o extrato etéreo na amostra de carne coletada, houve efeito significativo do tratamento (Grupo A < Grupos B e C,  $p=0,02$ ) bem como da medida inicial de marmoreio por ultrassom (GIMi,  $p=0,03$ ) e peso de abate ( $p=0,002$ ) (Tabela 16).

Como a interação entre o tratamento e o nível inicial de medição de marmoreio por ultrassom foi significativa ( $p$ -valor = 0,02), conforme descrito no capítulo 3.10, todo o conjunto de dados foi dividido em 2 subgrupos (nível inicial de marmoreio < ou > 3,35), e o efeito do tratamento foi testado em cada subgrupo (Tabela 16).

Para o subgrupo que apresentou altos valores iniciais de marmoreio (>3,35), o tratamento C apresentou o maior teor de extrato etéreo e a diferença foi significativa em relação ao tratamento B (+ 2,5 pontos, representando +52,4%), mas não significativa em relação ao tratamento A (+ 1,9 pontos, representando + 35,8%).

Para o subgrupo com valores iniciais de marmoreio baixos (<3,35), não foi observado efeito significativo do tratamento. No entanto, o tratamento B apresentou um teor de extrato etéreo numericamente maior em comparação com o tratamento A (+0,65 pontos).

Tabela 16 - Médias estimadas pelo modelo Anova para Análise de Carne por tratamento

	Tratamento A	Tratamento B	Tratamento C	SE <sup>1</sup>	Tratamento	Nº de dentes	Peso de Abate	Marmoreio I	Interação Marmoreio I x Tratamento
Matéria Seca (%)	28,6	28,4	29	0,63	0,81	0,13	0,04	-	-
Proteína Bruta (%)	21,4	21,4	21,5	0,37	0,98	0,56	0,9	-	-
Extrato Etéreo (%) grupo inteiro	5,9	6,3	6,6	0,54	<b>0,02</b>	0,18	0,003	<b>0,08</b>	<b>0,02</b>
Extrato Etéreo (%) Subgrupo 1 (GIMi ≤ 3.35)	6,6	7,3	6,2	0,75	0,6	0,23	0,007	-	-
Extrato de Etéreo (%) Subgrupo 2 GIMi > 3.35	5,33 <sup>AB</sup>	4,8 <sup>B</sup>	7,3 <sup>A</sup>	1,07	<b>0,08</b>	0,55	0,21	-	-

a, b Médias dos quadrados mínimos dentro de uma linha com letras sobscritas diferentes diferem (P ≤ 0,01).

Fonte: Autoria própria.

## 5.4 ANÁLISE ECONÔMICA

O cálculo da análise econômica (Tabela 17) foi baseado no custo de alimentação e venda dos animais para o programa Gold adotado por três frigoríficos no Brasil e 100% da produção destinada à comercialização local. O programa Gold oferece um bônus de 10% aos animais classificados de acordo com os seguintes critérios:

- Idade: 0 a 2 dentes
- Padrão racial: Angus
- Gênero: fêmeas e machos castrados
- pH máximo 24h pós abate: 5,8
- Gordura subcutânea: classificação uniforme
- Marmoreio (USDA grade): a partir de Choice Modest

Para o cálculo foram considerados os animais elegíveis para o programa Gold (0 e 2 dentes) em cada tratamento, e os valores foram extrapolados para 100 animais. No qual o tratamento C, em comparação com o tratamento controle – A, mostrou melhor potencial de receita extra por meio do Programa Angus Gold Brasileiro.

Tabela 17 - Análise econômica básica

<b>Estimativa para rebanho de 100 novilhas (cada tratamento) *</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
% de carcaça classificada como "Gold"	30	42	67
Receita R\$ **	576,000	633,600	640,090
Receita (% controle)	100,00	110,00	111,13
Custo da alimentação R\$ (134 dias)	235,200	261,700	245,500
Custo de alimentação/cabeça (% controle)	100,00	111,27	104,38
ROI (com base no custo de alimentação)	1,45	1,42	1,61
Ganho líquido (R\$) / cabeça (considerado apenas avanço)	3,408	3,719	3,946
% do ganho líquido em comparação com o grupo de controle		<b>9,13</b>	<b>15,78</b>
Ganho (R\$) / cabeça comparado ao grupo controle		<b>311,00</b>	<b>537,90</b>

Fonte: Autoria própria.

\* A. estimativa foi calculada considerando o rebanho elegível ao programa Gold, ou seja, novilhas com 0 ou 2 dentes. \*\* Cálculo: novilhas 18@; R\$ 320/@; bônus de 10% para classificados Gold.

## 6 CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que o tratamento contendo minerais orgânicos e vitaminas do complexo B, C e E, proporcionou melhores resultados em termos de qualidade da carne, deposição de gordura intramuscular e potencial de receita extra por meio do Programa Angus Gold Brasileiro. Esses fatores podem justificar o investimento maior em algumas situações comerciais, especialmente quando se busca otimizar a produção de carne de alta qualidade, com marmoreio superior.

## REFERÊNCIAS

ABIEC. Perfil da pecuária brasileira. Disponível em: [http://www.abiec.com.br/download/fluxo\\_por.pdf](http://www.abiec.com.br/download/fluxo_por.pdf).

ANUALPEC. Anuário estatístico da produção animal. FNP. São Paulo: Prol Editor Gráfica, p.364, 2006.

AMSA. (2012). **Meat Color Measurement Guidelines**. American Meat Science Association, Champaign, IL. 136p.

AMSA. American Meat Science Association. **Research guidelines for cookery, sensory and instrumental tenderness measurement of fresh meat**. Chicago, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANGUS. Associação Brasileira de Angus abre registro da raça Ultrablack. Disponível em: <<http://angus.org.br/associacao-brasileira-de-angus-abre-registro-da-raca-ultrablack/>>. Acesso em: 23 nov. 2018a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANGUS. Manual do Criador. Disponível em: <[http://angus.org.br/wp-content/uploads/2013/10/Manual-do-Criador\\_WEB.pdf](http://angus.org.br/wp-content/uploads/2013/10/Manual-do-Criador_WEB.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2018b.

ASSOCIAÇÃO DOS CRIADORES DE NELORE DO BRASIL (ACNB). Site oficial. Disponível em: <http://www.nelore.org.br/>. Acesso em: 8 dez. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE ZEBU (ABCZ). Centro de referência da pecuária brasileira agora é zebu.org.br. 2024. Disponível em: <https://www.abcz.org.br/noticias/noticia/25256/centro-de-referencia-da-pecuaria-brasileira-agora-e-zebu-org-br>. Acesso em: 8 dez. 2024.

BAGGE, D. et al. Influência da alimentação e do manejo na qualidade da carne bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 3, p. 256-265, 2017.

BESSA, R. J. B. et al. Composição e características sensoriais da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 58-66, 2008

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa de Nº 9 de 4 maio de 2004. Sistema de Classificação de Bovinos.

BRITO, E. F. et al. Correlações entre características morfológicas e a área de olho do lombo em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 760-766, 2010.

CARVALHO, Rosana de. **Cruzamento entre as raças Nelore e Angus e as características produtivas da geração F1**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/186/o/Rosana\\_de\\_Carvalho.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/186/o/Rosana_de_Carvalho.pdf). Acesso em: 10 dez. 2024.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). Panorama do agro. Disponível em: [https://www.cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro#:~:text=Como%20revela%20a%20figura%201,R\\$%2034%2C35%20bilh%C3%B5es.&text=Elabora%C3%A7%C3%A3o:%20DTec/CNA.&text=Fonte:%20MDIC%2C%20AgroStat/MAPA,bovina%20e%20terceiro%20de%20frango](https://www.cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro#:~:text=Como%20revela%20a%20figura%201,R$%2034%2C35%20bilh%C3%B5es.&text=Elabora%C3%A7%C3%A3o:%20DTec/CNA.&text=Fonte:%20MDIC%2C%20AgroStat/MAPA,bovina%20e%20terceiro%20de%20frango). Acesso em: 8 dez. 2024.

COSTA, E. C. et al. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo Longissimus dorsi de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 417-428, 2002.

FEIJÓ, G. L. D.; LEME, P. R.; SILVA, S. L.; PUTRINO, S. M.; ALLEONI, G. F. Desempenho e características de carcaça de novilhos F1 Angus-Nelore em confinamento e em pastagens de Brachiaria decumbens, submetidas a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1659-1669, 2000.

FEIJÓ, G. L. D.; KEPLER, E. F.; EUCLIDES, V. P. B.; FIGUEIREDO, G. R. DE. Avaliação das Carcaças de Novilhos F1 Angus-Nelore em Pastagens de Brachiaria decumbens Submetidos a Diferentes Regimes Alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 1015-1120, 2001.

FLORES, R. A. Certificação e controle de qualidade na carne bovina: impactos e desafios. **Revista Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 582-589, 2016.

FREITAS, G. **Angus: produtiva a campo e carne com bons índices de marmoreio e capa de gordura espessa e uniforme**. Disponível em: <http://www.beefpoint.com.br/angus-produtiva-a-campo-e-carne-com-bons-índices-de-marmoreio-e-capa-de-gordura-espessa-e-uniforme-projeto-racas/>. Acesso em: 23 nov. /2018.

- GONÇALVES, D. G. et al. Utilização de ultrassonografia para avaliação da composição corporal de bovinos de corte. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 15, n. 4, p. 298-307, 2016.
- GOMES, R. C. et al. Efeitos do cruzamento de raças sobre a área do olho do lombo em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 11-18, 2005.
- HAGER, L.B. **Evaluation of carcass traits, connective tissue, and myofibrillar proteins characteristics on tenderness of f1 steers sired by Bos indicus bulls**. M.S. Thensis, Texas A&M University, College Station, TX, 2000.
- HOUBEN, J. H. et al. **Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef**. *Meat Science*, v.55, p.331-336, 2000.
- HUANG, Y. et al. The role of vitamin C in adipogenesis and fat metabolism. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 26, n. 12, p. 1004-1010, 2015.
- HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M. Mechanisms of water-holding capacity of meat. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 179-188, 2005.
- HOUSTON, M. et al. Mioglobina e cor da carne bovina: Um estudo sobre a oxidação e seus efeitos na qualidade sensorial. **Meat Science**, v. 174, p. 52-59, 2020.
- LATTIMER, P. L. et al. Effect of aging time on meat tenderness in beef. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 5, p. 2095-2102, 2020.
- LEBERT, A. Impacto do pH na cor da carne e suas implicações para a indústria cárnea. **Journal of Meat Quality**, v. 14, n. 2, p. 89-97, 2016.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo, 2000. 134p.
- LAZIA, B. Mais bem sucedido resultado de cruzamento industrial dos últimos tempos. Disponível em: <<http://www.portalagropecuaria.com.br/bovinos/pecuaria-de-corte/cruzamento-industrial-angus-nelore-bem-sucedido-resultado-ultimos-tempos/>>. Acesso em: 09 nov. 2017.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of beef cattle. 7. ed. Washington, D.C.: **National Academy Press**, 2000.
- MACLEOD, M. G. et al. The role of nutrition and genetics in the improvement of beef quality. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 3500-3509, 2015.

- MCDONALD, P. et al. Vitamin E and its role in fat metabolism. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 1, p. 47-53, 2013.
- MCNEILL, J. C. et al. The influence of subcutaneous fat thickness on beef quality characteristics. *Meat Science*, v. 164, p. 108086, 2020.
- MENEZES, A. M. et al. Efeitos da alimentação e genética sobre a qualidade da carne em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 9, p. 1195-1203, 2013.
- MIR, P. et al. Nutrition and meat quality: implications for beef cattle production. **Animal Production Science**, 2019.
- MODZELEWSKA-KAPITULA, M. et al. **The effect of muscle, cooking method and final internal temperature on quality parameters of beef roast**. *Meat Science*, v.91, p.195–202, 2012.
- MOLETTA, J. L. et al. Terminação em confinamento: efeitos sobre a qualidade da carne de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 1, p. 15-25, 2014.
- MONTEIRO, A. R. et al. Influência das condições de cocção nas perdas totais de carne e qualidade sensorial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, n. 6, p. 432-441, 2019.
- MUCHENJE, V. et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. **Food Chemistry**, v.112, p.279-289, 2009.
- NEVES, Franciely de Oliveira. **Qualidade da carcaça e carne de novilhas Angus-Nelore em sistemas integrados de produção agropecuária**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Dracena, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/fa637e7c-dcf8-41f3-a57c-88a88eb92da4>. Acesso em: 01 dez. 2024
- OLIVEIRA, G. M. et al. Análise sensorial e composição química da carne. **Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 121-131, 2006.
- OLIVEIRA, A. C. et al. Avanços na certificação de carne bovina no Brasil: uma abordagem regional e global. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 689-702, 2019.
- PEIXOTO, A. M.. Raças de bovino de corte que interessam ao Brasil. In: PIRES, A. V. **Bovinocultura de Corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010. Cap. 4. p. 55-75.

PEREIRA, Angélica Simone Cravo. **Qualidade da carne de bovinos Nelore (*Bos taurus indicus*) suplementados com vitamina E**. 2002. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002. Disponível em: Repositório USP. Acesso em: 1 dez. 2024.

PEREIRA, J. G. M. Estratégias para melhorar a qualidade da carne bovina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 1, n. 2, p. 59-64, 2006.

PETHICK, D. W.; MCKEON, T. A.; HOPKINS, D. L. The influence of marbling on the quality and tenderness of beef. **Meat Science**, v. 66, n. 2, p. 279-286, 2004.

PROGRAMA CARNE ANGUS CERTIFICADA. Centro Oeste. 2018. Disponível em: <<http://angus.org.br/wp-content/uploads/2013/08/carne-angus-progama-certificada-centro-oeste-news-2.jpg>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

PURSELL, D. L. et al. The effect of aging on shear force and tenderness of beef cuts. **Meat Science**, v. 152, p. 30-37, 2020.

RIBEIRO, L. S. et al. Influência da gordura subcutânea e do marmoreio nas características sensoriais da carne de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 198-205, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz>. Acesso em: 8 nov. 2024.

ROSS, M. I. Oxidação da mioglobina e a percepção de qualidade da carne. **Food Control**, v. 85, p. 100-108, 2018.

SANTOS, M. P. et al. Impacto da área de olho do lombo na qualidade da carne e na produção de carne bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 1, p. 113-121, 2014.

SANTOS, M. A. et al. Impact of dietary interventions on intramuscular fat deposition in beef cattle. **Livestock Science**, v. 241, p. 104278, 2020.

SILVA, A. C. et al. Impact of subcutaneous fat thickness and intramuscular fat on beef sensory attributes. **Food Research International**, v. 140, p. 109899, 2021.

SILVA, L. F. et al. Caracterização da carne de bovinos em diferentes sistemas de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 112-121, 2009.

SMITH, G.; GRIFFIN, D.; JOHNSON, K. **Meat Evaluation Handbook**. 2. Ed. Champaign, Illinois: American Meat Science Association, 2013. 160 p.

STORR, J. et al. Genetic and nutritional factors affecting beef quality. **Journal of Animal Science**, 2016.

TATUM, L. A.; WOOLF, H. B.; WOOLF, A. E. Meat quality attributes and the relationship with carcass grading in beef. **Journal of Animal Science**, v. 60, n. 1, p. 61-70, 1982.

THOMPSON, J. M. et al. Factors influencing marbling in beef cattle. *Meat Science*, 2006.

USDA. **Official United States standards for grades of carcass beef**. Agricultural Marketing Service, USDA, Washington, D. C., 1999.

USDA. Brazil Once Again Becomes the World's Largest Beef Exporter. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/amber-waves/2019/july/brazil-once-again-becomes-the-world-s-largest-beef-exporter/>.

USDA. **Beef Grading Standards**. United States Department of Agriculture, USDA, Washington, D. C., 2018.

ZHANG, X. et al. Selenium and its role in lipid metabolism and fat deposition. **Animal Feed Science and Technology**, v. 192, p. 1-10, 2014.

WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. **Shear Force Procedures for Meat Tenderness Measurement**. Roman L. Hruska U. S. Marc. USDA, Clay Center, NE, 2005. 7p.

**ANEXO 1 – Aprovação CEUA****CEUA FEED – NEOVIA – ADM  
CARTA DE APROVAÇÃO**

PROTOCOLO Nº 03 2023

A Comissão de Ética no Uso de Animais – FEED – ADM, analisou o protocolo de pesquisa:

**Título do Projeto:** Efeito de diferentes níveis vitaminas e minerais sobre a qualidade da carne de vacas Angus x Nelore confinados.

*Effect of different levels, vitamins and minerals on the meat quality of feedlot Angus x Nelore cows.*

**Site:** Centro de Nutrição Multi-Espécies – Descalvado, S.P.

**Espécie Animal:** *Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus* – bovinos F1 Angus x Nelore

**Pesquisador Responsável:** Bárbara Volpi de Freitas

Este projeto foi **APROVADO** em seus aspectos éticos e metodológicos.

Toda e qualquer alteração do Projeto, assim como os eventos adversos graves, deverão ser comunicados imediatamente a este Comitê.

**DATA DA REUNIÃO DE APROVAÇÃO:**

Descalvado, 24 de fevereiro de 2023.

A handwritten signature in black ink that reads 'Soraia Marques Putrino'.

Soraia Marques Putrino  
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais – Feed – Neovia ADM

## ANEXO 2 – Tech Sal 65

TECH  
SAL 65  
**3074** Suplemento mineral      
para  
bovinos -  
Pronto uso

- **INDICAÇÃO DE USO:** Produto destinado à suplementação mineral de bovinos nas fases de recria e engorda.  
- **COMPOSIÇÃO BÁSICA:** Fosfato bicálcico, calcário calcítico, caulim (6,11%), cloreto de sódio (25,41%), flor de enxofre, óxido de magnésio, complexo cobre aminoácido, complexo manganês aminoácido, complexo zinco aminoácido, sulfato de ferro, sulfato de cobre, monóxido de manganês, óxido de zinco, iodato de cálcio, sulfato de cobalto, selenito de sódio.  
- **EVENTUAIS SUBSTITUTIVOS:** Carbonato de cálcio, iodato de potássio, sulfato de manganês, sulfato de zinco, óxido de manganês.  
- **NÍVEIS DE GARANTIA:** Cálcio (min) 195,00 g/kg; cálcio (máx) 210,00 g/kg; fósforo (min) 65,00 g/kg; fluor (máx) 718,42 mg/kg; sódio (min) 100,00 g/kg; magnésio (min) 8.000,00 mg/kg; enxofre (min) 8.000,00 mg/kg; ferro (min) 240,00 mg/kg; cobre (min) 660,00 mg/kg; iodo (min) 45,00 mg/kg; manganês (min) 940,00 mg/kg; zinco (min) 2.400,00 mg/kg; cobalto (min) 24,00 mg/kg; selenio (min) 15,00 mg/kg.  
- **MODO DE USAR:** TECH SAL 65 deve ser fornecido aos bovinos de corte durante as fases de recria, engorda e/ou terminação à livre acesso e em cocho coberto. Consumo médio esperado: 100 g por unidade animal/dia. Usar um tamanho de cocho de no mínimo 1,5 metros para cada 50 cabeças. O cocho deve estar nas proximidades do bebedouro e/ou em lugares de fácil acesso dos animais. Repor o Suplemento Mineral frequentemente, de modo a não deixar faltar o produto no cocho.  
- **RESTRICÕES E OUTRAS RECOMENDAÇÕES:** Conservar em local seco, arejado, sobre estrados, afastados de paredes e devidamente embalado. Não armazenar junto a produtos tóxicos. Não armazenar junto a produtos tóxicos.  
- **PRODUTO ISENTO DE REGISTRO NO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PÉCUÁRIA E ABASTECIMENTO.**

LOT: FAB://  
Cód:01.3074.10.30\_v07 T  
VAL://



Peso  
Liq.:  
30 kg

Tabela do Valor de Referência

GARANTIA	VALOR DE REFERÊNCIA VR1	QUANTIDADE FORNECIDA POR 100G DE SUPLEMENTO	QUANTIDADE EM % DO VR FORNECIDA POR 100G DE SUPLEMENTO
CONSUMO DE PB (G/DIA)	550,0	-	-
CONSUMO DE NOT (G/DIA)	4000,0	-	-
MACROMINERAIS (G/DIA)			
CÁLCIO	14,0	19,5	139,29
FÓSFORO	11,0	6,5	59,09
SÓDIO	7,0	10,0	142,86
MAGNÉSIO	9,0	0,5	5,56
ENXOFRE	13,5	0,8	5,93
POTÁSSIO	94,0	-	-
MICROMINERAIS (MG/DIA)			
COBALTO	0,9	2,4	266,67
COBRE	90,0	86,0	73,33
ÍODO	4,5	4,5	100,00
MANGANÊS	180,0	94,00	52,22
SELENIO	0,9	1,5	166,67
ZINCO	270,0	240,0	88,89
FERRO	450,0	24,0	5,33
VITAMINAS (U/DIA)			
VITAMINA A	20.000	-	-
VITAMINA D	2.500	-	-
VITAMINA E	350	-	-

(1) Valor diário de referência para manutenção de um animal de 450 Kg de peso corporal

### ANEXO 3 – INGESTÃO DIÁRIA DE VITAMINAS E OLIGOELEMENTOS NA DIETA

	Feed A			Feed B			Feed C		Unidade Daily Intake
	Analysis	Daily intake		Analysis	Daily intake		Analysis	Daily intake	
Selenium mg/kg	0,62	8,6	Selenium mg/kg	1,28	17,2	Selenium mg/kg	0,73	9,72	mg
Zinc mg/kg	542,69	7543,4	Zinc mg/kg	544,72	7315,6	Zinc mg/kg	549,22	7310,12	mg
Vitamin A UI/g	9,08	126.212,0	Vitamin A UI/g	-	-	Vitamin A UI/g	-	-	UI
Vitamine B3 mg/kg	-	-	Vitamine B3 mg/kg	-	-	Vitamine B3 mg/kg	360,31	4.795,73	mg
Vitamine C mg/kg	-	-	Vitamine C mg/kg	-	-	Vitamine C mg/kg	265,28	3.530,88	mg
Vitamine D UI/g	1,2	16.680,0	Vitamine D UI/g	0,77	10.341,1	Vitamine D UI/g	0,73	9.716,30	UI

## ANEXO 4– PROGRAMA GOLD ANGUS



ANGUS GOLD

Unidades que fazem Selo Gold:

- VPJ Alimentos (SP)
- ARG - Cara Preta (MG)
- Coqueiro (RS)

ANGUS GOLD

➢ Critérios de Aceitabilidade:

PADRÃO RACIAL	CLASSO DE MATUREZAS AVALIADAS PELA DEFIÇÃO			
	Suato de Leite	Dois Ombros	Quatro Ombros	Seio e Oito Costelas
Angus e Red Angus Definitivo – MACHOS CASTRADOS E FEMEAS	GOLD <sup>1</sup> PREMIUM	GOLD <sup>2</sup> PREMIUM	GOLD <sup>3</sup> <sup>**</sup> PREMIUM	INDISTINGUÍVEL
Crossamento de Angus com Raças Exóticas de carne: Mínimo de 82% de sangue Angus – MACHOS CASTRADOS E FEMEAS	GOLD <sup>2</sup> PREMIUM	GOLD <sup>2</sup> PREMIUM	GOLD <sup>2</sup> <sup>**</sup> PREMIUM	INDISTINGUÍVEL
Crosso com Raças Exóticas de carne – mínimo de 50% de sangue Angus e máximo de 50% de sangue de outras raças – MACHOS CASTRADOS E FEMEAS	GOLD <sup>2</sup> PREMIUM	GOLD <sup>2</sup> <sup>**</sup> PREMIUM	GOLD <sup>2</sup> <sup>**</sup> PREMIUM	INDISTINGUÍVEL
Crossamento de Angus com raças Exóticas de Sangue Angus – **	GOLD <sup>2</sup> PREMIUM	GOLD <sup>2</sup> PREMIUM	PREMIUM	INDISTINGUÍVEL
Crossamento de Angus com raças Exóticas de Sangue Angus – MACHOS CASTRADOS – ***	GOLD <sup>2</sup> PREMIUM	PREMIUM	INDISTINGUÍVEL	INDISTINGUÍVEL
MACHOS INTERIORES de qualquer grau de sangue Angus	PREMIUM	INDISTINGUÍVEL	INDISTINGUÍVEL	INDISTINGUÍVEL

\* somente serão elegíveis para categoria ANGUS GOLD, carcaças com grau de acabamento UNIFORME ou EXCESSIVO, segundo o sistema brasileiro de classificação de carcaças.

\*\* Essas Categorias do Gold só são aceitas no estado do Rio Grande do Sul.

\*\*\* Essas duas categorias não são aceitas no estado do Rio Grande do Sul.

ANGUS GOLD

➢ Como acontece a classificação Angus Gold x Angus Premium

- Dentro da câmara fria, o traseiro é serrado entre a 10ª/11ª ou 12ª/13ª costelas, a escolha é feita seguindo o padrão comercial da unidade, para que possa ser feito teste de PH, o mesmo não deve exceder 5,79, e análise do grau de marmoreio, no mínimo grau MODEST, segundo a escala USDA.
- Passando por todos os exames, o animal recebe o selo Gold. Exemplos que não sejam classificados no critério seguem na categoria Premium.